



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA**

TITULO DE LAS PRACTICAS PROFESIONALES

Suministro e Instalación de sistemas de Potencia Ininterrumpido (UPS) para respaldo de dos buses de distribución y Solución redundante de enfriamiento en fila con confinamiento del pasillo caliente en el centro de datos principal Walmart, Ubicado en Managua.

AUTOR:

Br. Cristian Jose Sevilla Diaz

TUTOR:

Ing. Álvaro Gaitán

Managua, Nicaragua, octubre 2017.

Tabla de contenido.

Introducción.....	1
Descripción del trabajo	2
1. Objetivos	2
1.1. Objetivos Generales.....	2
1.2. Objetivos Específicos.....	2
2. Alcances Técnicos del Proyecto:	3
3. Aspectos tecnológicos:	4
3.1. Climatización de precisión	4
3.2. Sistema de potencia ininterrumpida (UPS)	7
3.3. Especificaciones Técnicas	11
3.3.1. Aire de Precisión CRV 20 KW.	11
3.3.2. Sistema Ininterrumpido de potencia (UPS) eXM 30 KW	14
3.4. Ejecución del Proyecto.....	17
3.4.1. Etapa de análisis.....	17
3.4.2. Etapa de desarrollo.....	25
3.4.2.1. Alimentación Eléctrica Aire de Precisión.....	25
3.4.2.2. Alimentación Eléctrica UPS:	29
3.4.2.3. Tuberías de refrigeración:	31
3.4.3. Etapa de Implementación.	34
3.4.3.1. Instalación mecánica aire de precisión:	34
3.4.3.2. Instalación eléctrica aire de precisión:	38
3.4.3.3. Instalación Sistema de Potencia Ininterrumpida (UPS):	51
4. Cronograma de actividades	63
5. Análisis de costos.	64
6. Conclusiones.....	69

Índice de tablas.

Tabla 1 - Datos Técnicos Unidad de Precisión CRV	12
Tabla 2 - Dimensiones Unidad condensadora.....	13
Tabla 3 - Peso unidad condensadora.....	14
Tabla 4 - Especificaciones técnicas UPS eXM.....	15
Tabla 5 - Datos eléctricos, unidades enfriadas por aire.....	27
Tabla 6 - Datos eléctricos, condensadores trifásicos, 60 Hz.	28
Tabla 7 - Datos de planificación del sitio UPS 10 -100 KVA, 60 Hz, 208 V.	30
Tabla 8 - Especificaciones técnicas conductor flexible PAWC.	30
Tabla 9 - Diámetro de tubería de refrigeración.....	31
Tabla 10 - Tabla de versiones de firmware UPS eXM.....	60
Tabla 12 - Resumen de costos de instalación.....	64
Tabla 13 - Lista de materiales de Instalación de 2 sistemas UPS.....	65
Tabla 14 - Lista de materiales instalación eléctrica de un aire de precisión.	66
Tabla 15 - Lista de materiales instalación mecánica de un aire de precisión.	67

Índice de Figuras.

Figura 1 - Diagrama de topología UPS fuera de línea o standby.	10
Figura 2 - Diagrama de topología UPS interactiva.	10
Figura 3 - Diagrama de topología UPS en línea doble conversión.....	10
Figura 4 - Dimensiones del gabinete 600 mm (24”), Unidad evaporadora.	12
Figura 5 - Dimensiones de la Unidad condensadora.....	13
Figura 6 - Dimensiones UPS eXM 30 KVA.....	16
Figura 7 - Salida de tuberías de refrigeración en el centro de datos.	18
Figura 8 - Anclajes para las tuberías elécticas y de refrigeración.....	19
Figura 9 - Trayectoria de la tubería de refrigeración sobre el cielo falso.	19
Figura 10 - Pasa losa, en el balcón del tercer piso.....	20
Figura 11 - Área disponible para ubicación de unidad condensadora.	21
Figura 12 - Ubicación para la segunda unidad condensadora.	21
Figura 13 - Conexión de suministro de agua.....	22
Figura 14 - Conexión de tubería de desagüe.	23
Figura 15 - Paneles eléctricos de UPS existentes en el centro de datos.	24
Figura 16 - Ubicación recomendada Aires y UPS centro de datos.....	24
Figura 17 - Diagrama eléctrico instalación de unidad de precisión CR020RA. .	29
Figura 18 - Diagrama Unifilar Sistema UPS eXM con Gabinete de Bypass de mantenimiento.	31
Figura 19 - Esquema de tuberías para la instalacion de Unidad de Precision...	32

Figura 20 - Recorrido de tuberías de refrigeración.	32
Figura 21 - Esquema de tuberías – CRV 600 mm.	33
Figura 22 - Fijación de tuberías de refrigeración.	34
Figura 23 - Desmontaje de Unidad de clima obsoleta en el centro de datos.	35
Figura 24 - Ubicación de segunda unidad condensadora	36
Figura 25 -Ductos desinstalados en el centro de datos.	36
Figura 26 - Traslado y ubicación de unidades evaporadoras.	37
Figura 27 - Izaje de unidades condensadoras.	37
Figura 28 - Ubicación de Unidades condensadoras	38
Figura 29 - Diagrama alimentación eléctrica Unidades Evaporadoras.	39
Figura 30 - Diagrama de alimentación eléctrica Unidad Condensadora.	40
Figura 31 -Panel de conexiones eléctrica Unidad Condensadora.	41
Figura 32 - Rotación de fases Unidad evaporadora.	41
Figura 33 - Salida de tuberías de refrigeración en losa de segundo piso.	42
Figura 34 - Soporte de tuberías dentro del centro de datos.	42
Figura 35 - Soporte de tuberías dentro del cielo falso y trayecto hacia parte exterior.	43
Figura 36 - Soporte de tuberías en el área del balcón 3er piso.	43
Figura 37 - Protección de tuberías de refrigeración.	43
Figura 38 - Válvulas de servicio en tuberías de refrigeración.	44
Figura 39 - Tubería de suministro de agua y desagüe para unidades evaporadoras.	44
Figura 40 -Sonda sensor de derrame de líquido.	45
Figura 41 - Conexión eléctrica switch de comunicación.	46
Figura 42 - Tarjeta de monitoreo SNMP, aires de precisión.	46
Figura 43 - Estructura de techo del pasillo confinado.	48
Figura 44 - Puerta de acceso pasillo confinado.	49
Figura 45 - Sellado de espacios abiertos en rack de comunicaciones.	50
Figura 46 - Sellado de espacios abiertos en Gabinetes.	50
Figura 47 - Instalación de tubería eléctrica alimentación UPS.	52
Figura 48 - Diagrama eléctrico alimentación UPS.	53
Figura 49 - Diagrama eléctrico salida UPS.	53
Figura 50 - Prueba de rotación de fases alimentación UPS.	54
Figura 51 - Ubicación Panel de detección y supresión de incendio.	55
Figura 52 - Ubicación control de acceso.	56
Figura 53 - Ubicación control de aires de confort.	56
Figura 54 - Tarjeta de red UPS.	57
Figura 55 - Etiquetado de paneles eléctricos.	57
Figura 56 – Porcentaje de carga UPS #1 NFINITY 20 KVA: 50%.	58

Figura 57 - Porcentaje de carga UPS #2 NFINITY 20 KVA: 44%.....	58
Figura 58 - Porcentaje de carga UPS eXM 30 KVA # 1:	59
Figura 59 - Porcentaje de carga UPS eXM 30 KVA # 2:	59
Figura 60 - Versión firmware UPS eXM.....	60
Figura 61 - Versión firmware UPS después de la actualización.....	61
Figura 62 - Versión firmware 6.2.0.0, Tarjeta de Monitoreo	61
Figura 63 - Versión firmware actualizada: 6.5.0.0, Tarjeta de monitoreo.	62

Introducción

Tecnología de Nicaragua es una empresa fundada desde el año 2000 siendo representantes de la marca Liebert / Emerson Network Power, ahora llamada Vertiv la cual lleva en el mercado mundial más de 50 años brindando servicios y soluciones para proteger la productividad de sistemas electrónicos, Siendo Emerson Network Power uno de los proveedores líderes de soluciones de gerenciamiento térmico y administración de potencia para tecnologías críticas en centros de datos, redes de telecomunicaciones, instalaciones industriales, comerciales y de salud.

Walmart de Nicaragua cuenta con varios centros de datos en el país, en sus diferentes edificios, también cuenta con un centro de datos principal en donde convergen todas las conexiones con tiendas (Pali, Maxi Pali, Union, Walmart), Centros de distribución (CEDI), Hortifruti (Frutas y Vegetales), Industrias Cárnicas donde también se encuentra alojada la base de datos y otras aplicaciones.

En el presente informe se procura dar a conocer las metodologías empleadas en el desarrollo de la Práctica Profesional “Suministro e Instalación de sistemas de Potencia Ininterrumpido (UPS) para respaldo de dos buses de distribución y Solución redundante de enfriamiento en fila con confinamiento del pasillo caliente en el centro de datos principal Walmart-Nicaragua.”

El proyecto se refiere a la implementación de Sistemas de alimentación de potencia ininterrumpidas (UPS) trifásicos reemplazando los antiguos UPS monofásicos y optimizar la climatización del centro de datos mediante la instalación de 2 Unidades de Precisión de enfriamiento en fila de 5.7 Ton. como reemplazo de la Unidad de 10 Ton. y confinando uno de los pasillos conocido como pasillo caliente.

Este centro de datos, anteriormente constaba con 2 UPS Monofásicas de 20 KVA / 14 KW cada una, una de las UPS respaldaba los equipos del centro de datos y

la otra UPS respaldaba los computadores de usuarios del resto del edificio, ambos UPS alojados dentro del centro de datos.





Descripción del trabajo

1. Objetivos

1.1. Objetivos Generales

Mejorar la confiabilidad, disponibilidad y escalabilidad eléctrica (crecimiento a futuro) del centro de datos mediante la instalación de Sistemas de Alimentación Ininterrumpido (SAI o UPS) y Aires de precisión de enfriamiento en fila (Inrow) eficientes y de mayor capacidad.

1.2. Objetivos Específicos

-  Implementar redundancia en el sistema de alimentación Ininterrumpida del centro datos por medio de 2 UPS Trifásicas de 30 KVA. Al mismo tiempo obtener mayor capacidad de potencia para crecimiento a futuro.
-  Mejorar la eficiencia de la climatización del centro de datos e Implementar redundancia con unidades de enfriamiento en Fila (Inrow).
-  Optimizar la climatización de los servidores y equipos de comunicación del centro de datos, confinando el Pasillo caliente.
-  Ejecutar todas las actividades sin afectar la operación del centro de datos.

2. Alcances Técnicos del Proyecto:

- i. Levantamiento en sitio para elaboración de presupuesto y estrategia de implementación.
- ii. Elaboración de tareas y tiempo de trabajo estimado. Solicitud de permisos necesarios, para ingreso de personal, materiales y equipos al sitio de instalación.
- iii. Desinstalación y traslado de los Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI o UPS) y Sistema de clima existente.
- iv. Instalación, configuración y puesta en marcha de los nuevos Sistemas de alimentación Ininterrumpidos (SAI o UPS) y Aires de Precisión de enfriamiento en fila (Inrow), implementando la distribución de pasillo frio y caliente en los arreglos de gabinetes para evitar mezcla de aire frio y caliente.
- v. Instalación y configuración de una red Local (LAN) para configuración de trabajo en equipos de las unidades de clima y monitoreo remoto web por medio SNMP.
- vi. Elaboración de Planos “As Built” de las instalaciones tal y como quedaron finalmente.
- vii. Pruebas de operación de los sistemas instalados.
- viii. Entrega y recepción final del Proyecto a entera satisfacción del cliente.

3. Aspectos tecnológicos:

3.1. Climatización de precisión

Se entiende por instalación de climatización para ambientes de TIC (Tecnología de la información y telecomunicaciones), a aquel sistema CRAC (Computer Room Air Conditioner) que sirva para proporcionar enfriamiento suficiente para abatir calor sensible y latente, así como controlar la humedad y remover partículas de polvo mediante filtros.

La instalación de los equipos del sistema de climatización deberá cumplir con los requisitos y/o especificaciones de los fabricantes de hardware y con los códigos locales aplicables a este tipo de instalación.

Los equipos de aire acondicionado se clasifican en dos grandes grupos: equipos de confort y equipos de precisión. Los equipos de confort están diseñados para asegurar la comodidad de las personas. Mientras tanto, los equipos de precisión, son aquellos que se utilizan para asegurar, más que la comodidad, las condiciones de operación de un ambiente determinado.

¿Por qué utilizar Aires de Precisión?

El calor o carga térmica que se genera en equipos eléctricos tiene efecto neto, que es el aumento de la temperatura del aire a su alrededor y se denomina calor sensible. También existe otro tipo de calor, que es menos común en la aplicación tratada, y es el responsable de que una sustancia realice un cambio de fase (muy asociado con la humedad en el aire y la transpiración humana), a este se le denomina calor latente.

En un centro de datos, donde existen equipos eléctricos funcionando las 24 horas del día durante todo el año, es comprensible que la mayor parte del calor generado sea del tipo sensible. Caso aparte es el de una oficina, donde además de equipo eléctrico, se tiene una considerable cantidad de personal trabajando por lo que el control de la carga latente toma relevancia.

En las características de los aires acondicionados de precisión tenemos que el porcentaje de calor sensible que puede extraer ronda el 95 % de su capacidad nominal mientras que un equipo de confort esta entre 60 y 70 %. Esto hace que en un ambiente donde la ocupación es mínima y la mayor parte de calor es debido a los equipos electrónicos, se desperdicie un 30 % de su capacidad. Esto es debido a que el equipo buscara como remover calor latente que no se está generando siquiera y que más bien puede resultar en problemas de baja humedad en el aire (aire muy seco se traduce en carga estática y posible corrupción de datos).

Otro punto importante es la confiabilidad de operación. Los equipos de precisión están diseñados para operar 365 días al año a capacidad pico y de manera constante. Para los equipos de confort, en cambio, el promedio de horas de diseño es de 1200 al año (aproximadamente 8 horas por día). Además, solo una pequeña porción del tiempo se operaría a su capacidad pico, ya que la carga térmica varía durante el día dependiendo de la ocupación, carga por iluminación, hora del día, etc.

Cuando hablamos de procesamiento de datos, los equipos electrónicos suelen ser diseñados para operar bajo condiciones estables y así asegurar la calidad de su función. Es por esto que cambios rápidos en la temperatura puede llevarlos a errores en el procesamiento. Si bien es cierto todos los equipos de aire acondicionado son diseñados para operar en un rango de temperatura máxima y mínima, el control en equipos de precisión es de $\pm 0,56^{\circ}\text{C}$, mientras que en confort es de $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Sumado al control de temperatura está el control de humedad relativa. En equipos de precisión el control de humedad en el aire es de $\pm 5\%$ y se realiza mediante humidificadores y deshumidificadores (recalentamiento eléctrico es una opción común). Un equipo de confort no tiene un control real en la humedad relativa del cuarto, lo que puede hacer es bajarla solamente. De hecho, son diseñados para remover mucha humedad (producto de la transpiración humana, proceso ausente en máquinas eléctricas) y puede llegarse al punto de bajarla demasiado y dejar el

aire seco. Esto puede producir estática que al final va ser traducida en datos corruptos. En el otro extremo si se permite una elevada humedad relativa, corremos el riesgo de condensación en los equipos.

Uno de los puntos críticos a la hora de elegir un equipo es la densidad de carga térmica para la cual se ha diseñado. Mientras que un equipo de precisión puede llevar cargas de alrededor de 2,1 kW/m², los equipos de confort se diseñan para 0,20 kW/m². Esto representa casi un 90% más de carga por unidad de área.

Dadas las nuevas tendencias en el diseño de centros de datos, cada vez se tiene una mayor densidad de carga por rack. Es importante que el equipo seleccionado sea capaz de neutralizar la carga no solo en términos de capacidad nominal, sino también en términos de caudal y distribución del de aire. El caudal de aire por kW de capacidad de una unidad de precisión puede llegar a ser hasta 3 veces mayor que el correspondiente caudal de una unidad de confort. Esta es la razón de que sea capaz de hacerle frente a una densidad más elevada ya que hay más aire para transportar el calor generado.

Cuando trabajamos con equipos de cómputo tan especializados, es importante asegurarnos la limpieza de los mismos. Es por esto que los equipos de aire acondicionado de precisión cuentan con filtros de aire que pueden tener una capacidad de entre 60 y 90%. En contraste los equipos de confort cuentan con filtros cuya eficiencia ronda entre 20 y 30% debido a la poca especialidad de su aplicación.

Un parámetro que también es digno a tomar en cuenta es la vida útil. No se pueden menospreciar los 15 años de vida aproximada que se le da a una unidad de aire de precisión que opera continuamente a capacidad plena. En contraparte, los equipos de confort tienen una proyección que va desde los 7 a los 10 años bajo una condición normal de operación, que como se mencionó anteriormente, no son los parámetros de carga bajo los que se opera en un centro de datos.

3.2. Sistema de potencia ininterrumpida (UPS)

Cuando ocurre una falla en el sistema de energía eléctrica, el equipo encargado de asegurar la continuidad de operación de la carga crítica es justamente la **Unidad de potencia ininterrumpida (UPS)**. Por esta razón, se vuelve de vital importancia contar con un sistema robusto y completamente equipado para evitar la pérdida de datos y garantizar el funcionamiento y productividad empresarial.

Los equipos On-Line de doble conversión, aseguran un tiempo de transferencia a baterías en cero segundos y una protección adicional contra los problemas de calidad de energía más frecuentes tales como: ruido eléctrico, transientes de alto voltaje, fluctuaciones de voltaje, cortes de energía, armónicos, entre otros.

Otra gran ventaja de las UPS es que se complementan con opciones de monitoreo, conexión en paralelo, distintos niveles de voltaje y un amplio rango de autonomía en baterías.

Existen tres tipos de topologías dominantes en la gama de soluciones de Sistemas de potencia ininterrumpida (UPS):

- Fuera de línea
- Interactiva
- En línea doble conversión.

Los equipos fuera de línea o standby emplean la tecnología más básica, en comparación con las otras dos topologías, como puede observar en el diagrama 1.

Topología fuera de línea o stand by, estos sistemas constan de un cargador de baterías, un inversor, un bypass y un interruptor automático de transferencia.

En modo normal de operación (Es decir, cuando no hay energía comercial presente), la carga se alimentará directamente a través del bypass, tal y como se

muestra en la gráfica. Esta configuración conlleva un problema de consideración, pues al fluir la energía comercial a través del bypass, todas las irregularidades que se presenten en la fuente comercial serán transmitidas de forma directa a la carga. Por tanto, este UPS no elimina problemas de armónicas, ruido eléctrico, variaciones de frecuencia, fluctuaciones de alto y bajo voltaje entre otros disturbios.

Podría decirse que esta topología se comporta como un verdadero UPS sólo cuando

tiene que operar en baterías debido a un corte en la energía de alimentación o, bien,

cuando alguno de los parámetros de control se sale de un rango específico.

Otro inconveniente asociado a estos equipos es justamente el tiempo de conmutación o transferencia desde la operación en bypass a la operación en baterías. Este tiempo puede ser muy largo para cargas críticas muy sensibles, tales como los servidores de alta velocidad de procesamiento, los cuales podrían sufrir caídas en su operación. Esta tecnología se recomienda, únicamente, en aplicaciones de uso comercial de bajo nivel de criticidad o en aplicaciones residenciales.

La segunda topología, de línea interactiva, es muy similar a la topología stand by, con la ventaja de que esta sí cuenta con un módulo para regulación de voltaje (ver Diagrama 2. Topología de UPS interactiva). Este regulador reduce el impacto de las perturbaciones sobre la carga crítica, asociadas a fluctuaciones por alto y bajo voltaje.

Sin embargo, en esencia sigue siendo un sistema fuera de línea, donde la energía comercial fluye a través del bypass, pasando por el acondicionamiento del regulador.

Por ello, permanecen los demás problemas asociados a calidad de energía eléctrica: armónicos, variaciones de frecuencia, ruido eléctrico, tiempos de transferencia muy altos, etc.

La topología en línea de doble conversión es la más confiable y segura de las tres. La gran ventaja que ofrecen los equipos con esta configuración es que la carga siempre se alimenta a través del inversor, tal como se muestra en el Diagrama 3. Topología de UPS en línea de doble conversión.

En este caso, se eliminan los tiempos de conmutación asociados al momento de pasar a baterías y, con ello, se asegura la continuidad en la operación del equipo conectado.

Las UPS de doble conversión utilizan el cargador de baterías para rectificar el voltaje AC de entrada (voltaje comercial) y convertirlo en voltaje DC (corriente directa). Esta energía de corriente directa alimenta el bus de DC, el cual lleva energía para cargar las baterías y, a la vez, alimentar el inversor. Finalmente, el inversor convierte la potencia de corriente directa a corriente alterna para alimentar las cargas sensitivas.

Ventajas destacadas de las UPS en línea de doble conversión:

- ✚ Asegura un aislamiento total entre la energía de entrada y la energía de salida.
- ✚ Protege de todas las perturbaciones propias de la energía comercial: fluctuaciones de voltaje, fluctuaciones de frecuencia, armónicos, ruido eléctrico, cortes de energía, transientes de voltaje, etc.
- ✚ Garantiza mayor continuidad de la carga.
- ✚ Mejora la calidad de energía para las cargas críticas.

Figura 1 - Diagrama de topología UPS fuera de línea o standby.

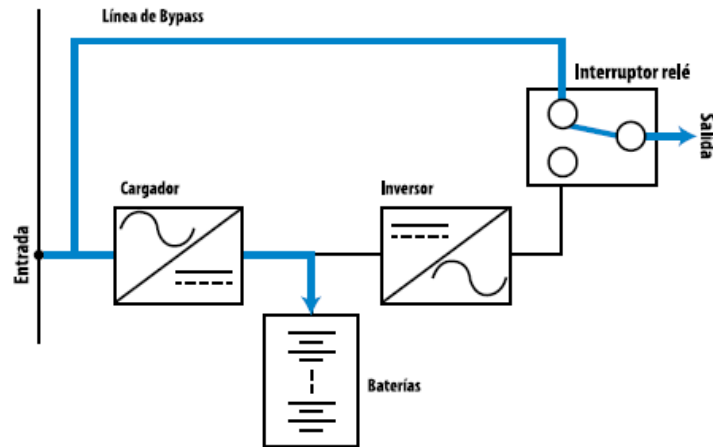


Figura 2 - Diagrama de topología UPS interactiva.

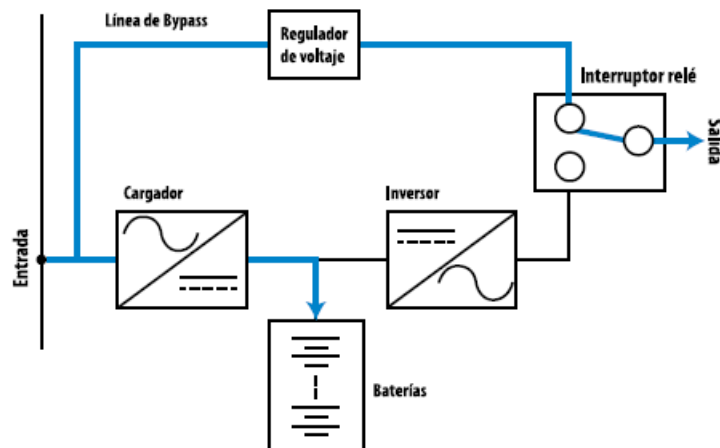
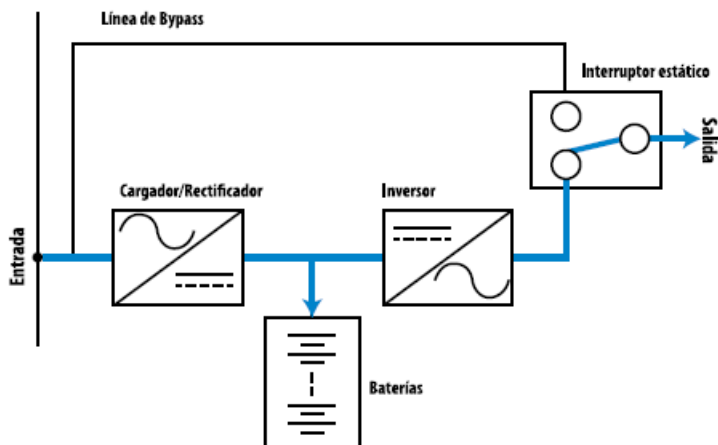


Figura 3 - Diagrama de topología UPS en línea doble conversión.



3.3. Especificaciones Técnicas

3.3.1. Aire de Precisión CRV 20 KW.

El aire de precisión modelo CRV es un sistema de enfriamiento auto contenido que se instala entre los gabinetes de un centro de datos. Este moderno equipo brinda alta eficiencia. De esta forma, se consigue una vía para la optimización en la eficiencia del diseño, operación y manejo de centro de procesamiento de datos.

Una de las grandes cualidades del CRV es su capacidad para monitorear o medir la temperatura de entrada de los servidores y actuar de acuerdo con dicha medición; esto se logra a través de su tecnología de controlador iCOM. Este moderno equipo de enfriamiento cuenta con sensores para medición en la descarga y retorno del equipo, y para distribución entre los racks de TI.

Beneficios

- ✓ Análisis predictivo de sus componentes y de su operación, permitiendo un manejo proactivo del mantenimiento del sistema.
- ✓ Auto adaptación a las condiciones de climatización durante las 24 horas del día. Configuraciones para refrigerante o agua helada.
- ✓ Configuración óptima de pasillos fríos y calientes.

Características técnicas destacadas

- ✓ Ahorro en el consumo energético de la unidad gracias a sus abanicos con variador de velocidad, compresores de scroll con capacidad variable y sistema de control iCOM.
- ✓ Amigable pantalla gráfica que despliega hasta 11 mediciones de temperaturas y el comportamiento de la unidad.
- ✓ Modulación de la capacidad de enfriamiento para igualar la demanda sin necesidad de crear ciclos de apagado y encendido de la unidad,

disminuyendo el consumo energético y aumentando la vida útil del compresor.

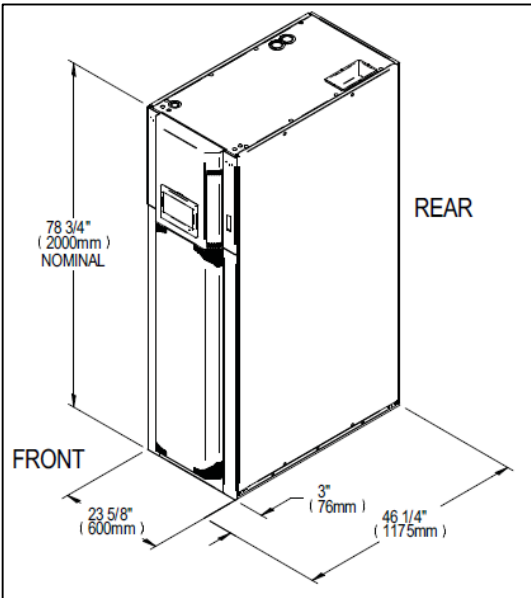
- ✓ Comunicación digital con la unidad externa (unidad condensador).
- ✓ Trabajo en modo equipo (Teamwork) con otras unidades.

Tabla 1 - Datos Técnicos Unidad de Precisión CRV

Datos técnicos		Enfriado por Aire/Glycol, agua		Enfriado por Agua Helada
Capacidad de enfriamiento nominal	kW	19	20 y 35	40
Flujo nominal de aire	CFM	2250	2454 y 3260	3325
Voltaje de entrada	VAC VAC	208 - 230 V 3 ph, 60 Hz	208 V, 3 fases, 60 Hz 460 V, 3 fases, 60 Hz	
Carga total	A	33.5	51 y 62	24.9 y 12.2
Altura total	mm	2000		
Ancho total	mm	300	600	600
Profundidad	mm	1100	1175	
Peso	kg	230	335 y 365	330
Ruido audible	dB	85.4	79.6 y 80.9	82.8

Pesos y dimensiones unidad CRV

Figura 4 - Dimensiones del gabinete 600 mm (24”), Unidad evaporadora.



PESO NETO ± 5%, LBS (KG)	
MODELO	AIR-COOLED
CR020R	739 (335)

Figura 5 - Dimensiones de la Unidad condensadora.

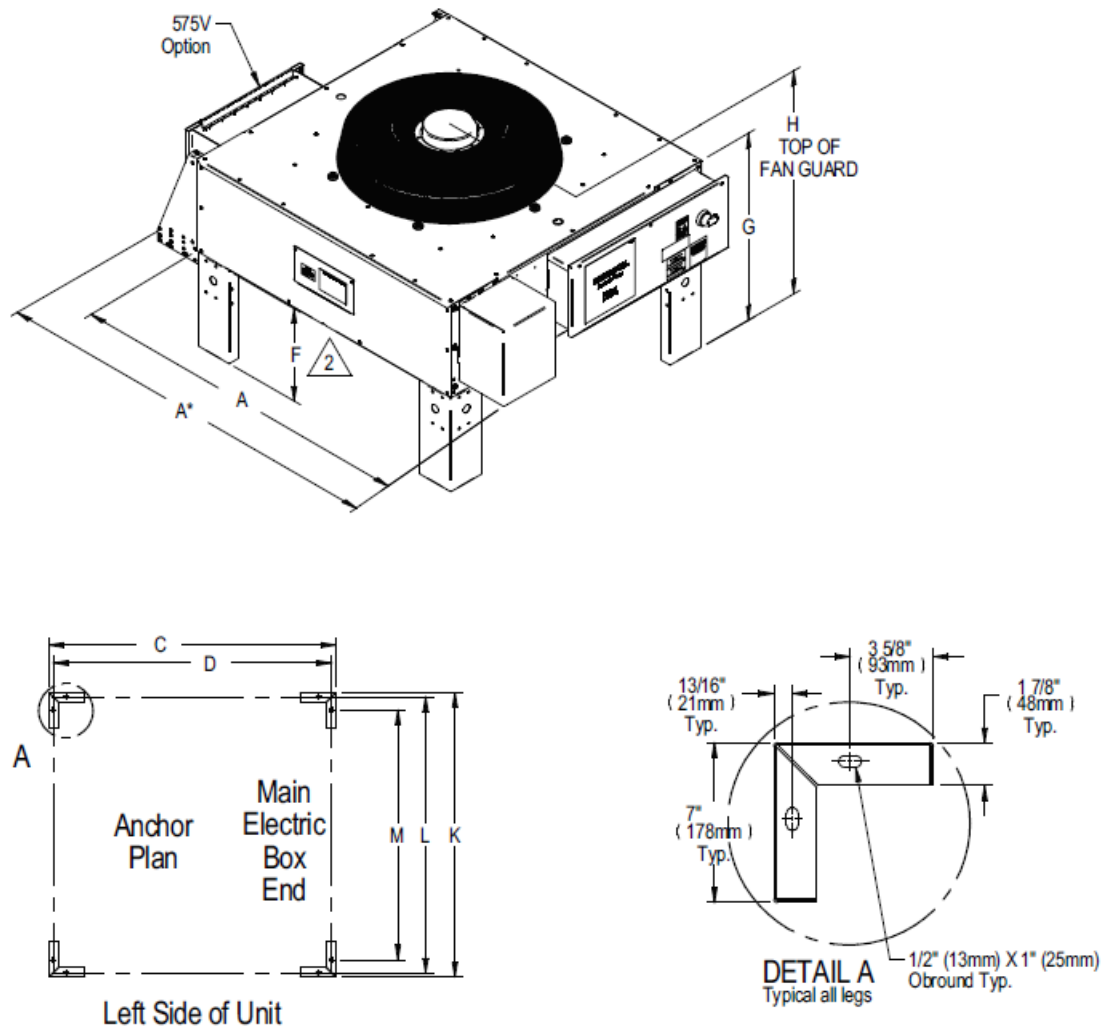


Tabla 2 - Dimensiones Unidad condensadora.

Liebert Model No.	Cabinet Dimensions in. (mm)						
	A	A* (575V only)	C	D	K	L	M
MCS028	50-5/8 (1287)	58-7/8 (1495)	44-1/8 (1120)	42-1/2 (1080)	42-1/2 (1080)	40-7/8 (1038)	35-7/8 (910)
MCM040	57-3/16 (1453)	65-3/8 (1661)	48 (1219)	46-5/16 (1177)	46 (1168)	44-3/8 (1127)	39-5/16 (999)
MCL055	68 (1727)	77 (1956)	56 (1422)	54-3/8 (1381)	55-1/2 (1410)	53-7/8 (1368)	48-3/4 (1238)

Tabla 3 - Peso unidad condensadora.

Condenser Model		MCM040	MCM080		MCM160
Refrigeration Circuits		1	1	2	2
Condenser Dry Weight, lb (kg)	18" Leg	231 (105)	441 (200)	441 (200)	860 (390)
	36" Leg	363 (165)	590 (268)	590 (268)	1066 (484)
	48" Leg	395 (179)	622 (282)	622 (282)	1114 (505)
	60" Leg	426 (193)	653 (296)	653 (296)	1160 (526)

3.3.2. Sistema Ininterrumpido de potencia (UPS) eXM 30 KW

El modelo eXM es un equipo libre de transformador diseñado con una excelente eficiencia en topología doble conversión. Con un factor de potencia unitario y una huella de piso mínima.

Este equipo está disponible en capacidades de 10,15,20,30,40,60,80,100,120,160,180 y 200 KVA/KW. Las baterías son internas en el UPS o bien en un gabinete externo. Además, el gabinete de baterías esta prediseñado para la instalación un sistema de monitoreo.

Beneficios

- ✓ Capacidad de expansión con módulos de 20kW.
- ✓ Banco de baterías interno para capacidades de 10 a 40kVA.
- ✓ Diseño sin transformador que permite ahorrar espacio.
- ✓ Sistema flexible para diferentes configuraciones.
- ✓ Gabinetes de bypass con o sin paneles de distribución de circuitos
- ✓ Pantalla LCD amigable con el usuario, fácil de navegar y comprender.
- ✓ Posibilidad de monitoreo de baterías con sistema Alber integrado.
- ✓ Ideal para uso en pequeños y medianos data centers, cuartos de servidores, laboratorios, sistemas médicos, centros de telecomunicaciones y control de procesos.

Características técnicas destacadas

- ✓ Capacidad de paralelo por capacidad y redundancia.
- ✓ Eficiencia de hasta 95.4% en doble conversión y 98% en modo ECO.
- ✓ Factor de potencia unitario.
- ✓ Calificado ENERGY STAR y UL 924.
- ✓ Incremento de capacidad escalonada con módulos de 20kW.
- ✓ Compatible con plataformas de monitoreo Nform, Site Scan y Trellis.
- ✓ Fácil acceso a los componentes.
- ✓ Alto rendimiento de tiempo medio entre fallas (MTBF)

Tabla 4 - Especificaciones técnicas UPS eXM.

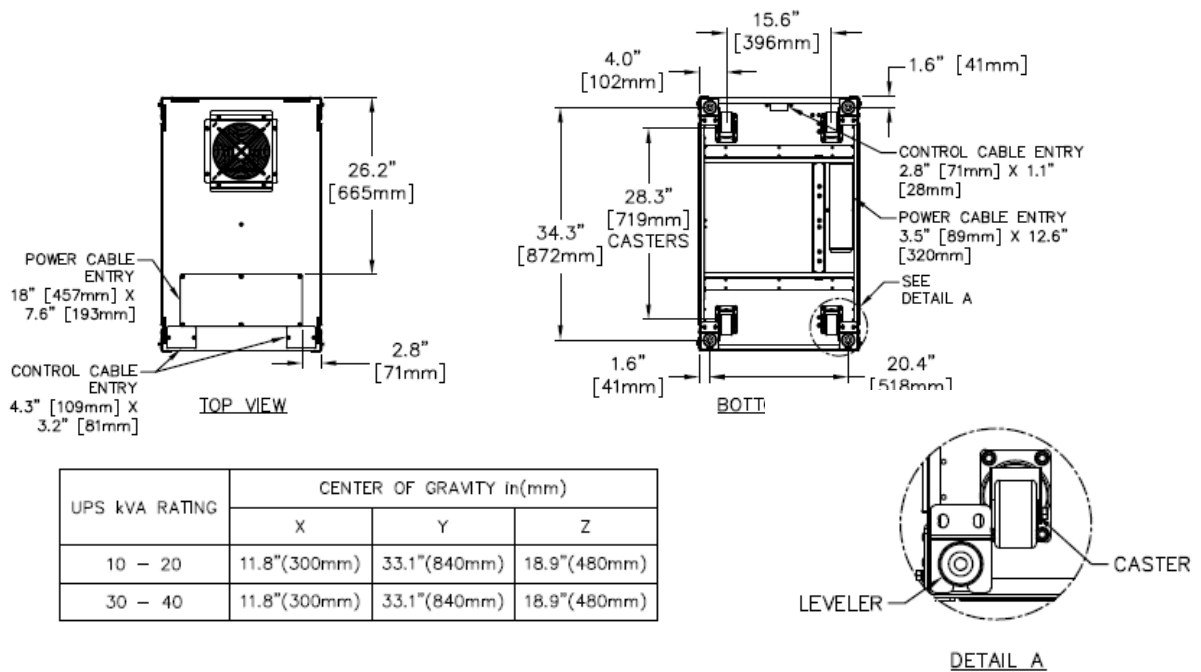
Modelo	Liebert, eXM	
Capacidad kW/kVA	10, 15, 20, 30, 40	60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200
Banco interno de baterías	Si	No
Especificaciones de entrada		
Números de fases	3	
Factor de potencia	0,99 en atraso mínimo a plena carga	
Rango de frecuencia	40 - 70 Hz	
Voltaje de entrada	208, 220, 480 ¹ , 600 ¹ VAC, 60Hz, trifásico, 4 cables más tierra	
Especificaciones de batería		
Tipo de prueba de batería	En línea	
Tecnología de batería	VRLA	
Especificaciones de salida		
Voltaje	208/120, 220/127VAC, 60Hz trifásico, 4 cables más tierra	
Frecuencia - Hz	60 Hz	
Comunicación		
Tarjeta de comunicación	IS-UNITY-DP, IS-UNITY-LIFE, IS-485EXI, IS-RELAY	
Protocolos disponibles de comunicación	MODBUS-IP, MODBUS-485, BACNET-IP, BACNET-MSTP, SNMP, HTTP, Contactos de relay	
Parámetro físicos		
Potencia de UPS	Peso por unidad lb (kg)	Dimensiones WxDxH in (mm)
10kVA, 15kVA, 20kVA	604(274)	23.6x39.5x78.7 (600x1000x2000)
30kVA, 40kVA	678(307.5)	23.6x39.5x78.7 (600x1000x2000)
60kVA	807(366)	23.6x39.5x78.7 (600x1000x2000)
80kVA	881(399.6)	23.6x39.5x78.7 (600x1000x2000)
100kVA	955(433.1)	23.6x39.5x78.7 (600x1000x2000)
120kVA	1221(553.8)	34.6x39.5x78.7 (880x1000x2000)
140kVA	1295(587.4)	34.6x39.5x78.7 (880x1000x2000)
160kVA	1368(620.5)	34.6x39.5x78.7 (880x1000x2000)
180kVA	1442(654)	34.6x39.5x78.7 (880x1000x2000)
200kVA	1516(687.6)	34.6x39.5x78.7 (880x1000x2000)

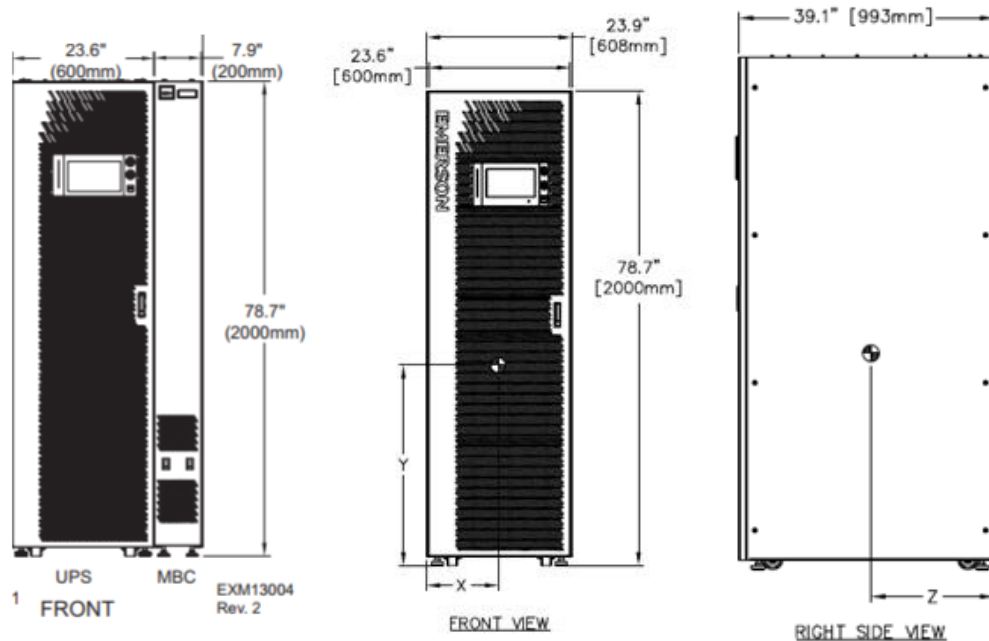
Continuación tabla 4.

Dimensiones y peso de gabinetes opcionales		
Dimensiones y peso de gabinetes opcionales	Peso por unidad lb (kg)	Dimensiones WxDxH in (mm)
Gabinete de distribución de bypass 600mm	550 (250)	23.6x39.5x78.7 (600x1000x2000)
Gabinete de distribución de bypass 300mm	288 (131)	11.8x39.5x78.7 (300x1000x2000)
Gabinete de mantenimiento de bypass 200mm	198 (90)	7.9x39.5x78.7 (200x1000x2000)
Gabinete de baterías 880mm	2945 (1336) con HX400 baterías	34.7x39.5x78.7 (880x1000x2000)
Gabinete de baterías 600mm	3495 (1586) con HX505 baterías	23.6x39.5x78.7 (600x1000x2000)
Gabinete de baterías 320mm	3649 (1656) con HX540 baterías	12.6x39.5x78.7 (320x1000x2000)
Especificaciones de Ambiente		
Temperatura de operación °F (°C)	UPS: 32º a 104ºF (0-40ºC) Batería 68º a 86ºF (20-30ºC)	
Humedad relativa	0% a 95% no condensada	
Altitud de operación	hasta 3,300 ft. (1,000) sin derrateo	
Ruido audible, db en 39" pulgadas	menor a 59 dBA	
Certificación		
Listado	UL 1778 y CSA, ENERGY STAR®	

Dimensiones UPS eXM

Figura 6 - Dimensiones UPS eXM 30 KVA





3.4. Ejecución del Proyecto

En el caso particular de este Proyecto, debido a que el cliente es una empresa transnacional debe de cumplir con estándares internacionales o lineamientos de su empresa matriz.

Para la validación del proyecto se realizó una visita de campo para revisar los detalles y elaborar el alcance del proyecto, cronograma de trabajo, así mismo trazar las rutas y las áreas de trabajo para solicitar los permisos necesarios.

3.4.1. Etapa de análisis

Previo al inicio del proyecto, se realizó una visita de campo para valorar el alcance de la instalación:

- ❖ Recorrido y distancia de tuberías para el caso de los aires acondicionados de precisión.

- ❖ Posible ubicación de las unidades de precisión de precisión y UPS.
- ❖ Recorrido y distancia de la acometida eléctrica.
- ❖ Niveles de voltaje con que opera el centro de datos.
- ❖ Ruta de acceso para los equipos.
- ❖ Estimación de duración de trabajo.
- ❖ Elaboración de estrategia para la implementación.
- ❖ Informe de solicitud de lo que se requiere del cliente.

Observaciones de la visita de campo:

Requerimientos de instalación de Unidades de Precisión tipo Inrow

- ✓ Se considera tomar la alimentación de los equipos nuevos desde el panel nombrado como **2TPU**.
- ✓ Utilizar ducto eléctrico cuadrado CH existente para llevar la alimentación desde el panel **2TPU** a las unidades evaporadoras.
- ✓ Se deberá ampliar perforación en parte superior del centro de datos para pasar las tuberías de refrigeración y eléctricas que se dirigen hacia el balcón donde quedarán las unidades condensadores.

Figura 7 - Salida de tuberías de refrigeración en el centro de datos.



- ✓ Se deberá realizar perforaciones de $\frac{1}{2}$ " de grosor por $1\frac{1}{2}$ " de profundidad en la loza del techo del piso #2 para las fijaciones de las tuberías de refrigeración y eléctricas.

Figura 8 - Anclajes para las tuberías eléctricas y de refrigeración.



- ✓ La trayectoria de las tuberías mencionadas anteriormente a instalar será por el mismo recorrido a las actuales.

Figura 9 - Trayectoria de la tubería de refrigeración sobre el cielo falso.



- ✓ Se deberá hacer perforación de aproximadamente 4" de diámetro en la parte externa de la losa del techo del 2do piso para llevar tuberías de refrigeración y eléctricas hacia los condensadores en el balcón del tercer piso.

Figura 10 - Pasa losa, en el balcón del tercer piso.



- ✓ Para la ubicación de los condensadores se necesita tener un espacio mínimo requerido por recomendación del fabricante para tener un correcto flujo y ventilación de aire. Por lo que se recomienda reemplazar material de la baranda del balcón a una tipa malla o rejilla para permitir un mayor flujo de entrada de aire hacia el condensador.

En los espacios en los cuales se observó la posibilidad de instalar los condensadores fueron los siguientes:

- Un condensador se prevé ubicarlo en la esquina del balcón, actualmente se encuentra una antena parabólica, pero esta se observó que esta fuera de operación, se recomienda quitar o moverla para garantizar el espacio para el condensador.

Figura 11 - Área disponible para ubicación de unidad condensadora.



- El otro condensador ira donde está actualmente el condensador del aire de precisión actual, el cual será desinstalado.

Figura 12 - Ubicación para la segunda unidad condensadora.



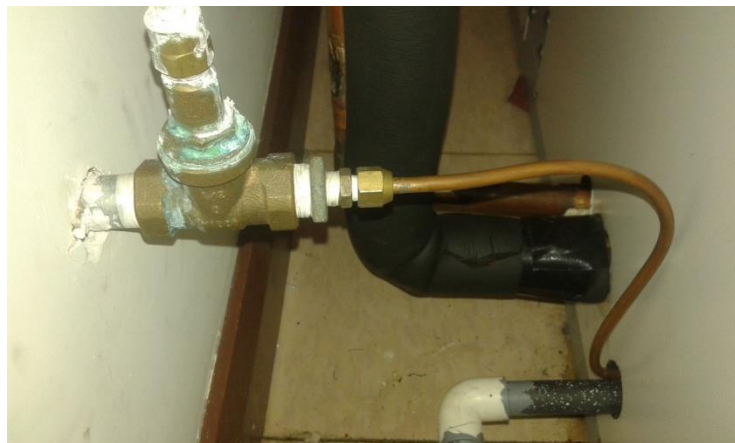
Como se puede observar el condensador actual ocupa prácticamente todo el ancho del balcón y los equipos a ofertar son prácticamente del mismo ancho, lo cual implica al momento de acceder al lugar donde se prevé instalar un condensador en la

esquina del balcón, la única manera de llegar ahí es pasando por arriba del condensador.

Otro punto a tener en cuenta es que, al momento de realizar mantenimiento al condensador, el espacio con el cual se dispone es limitado para lavar correctamente el serpentín.

- ✓ Para el suministro de agua de los humidificadores de las nuevas unidades, se estima utilizar el suministro actual que está dentro del centro de datos, derivándose de ahí a cada unidad nueva.

Figura 13 - Conexión de suministro de agua.



- ✓ De igual manera se reutilizará la tubería de drenaje actual, convergiendo ambas unidades en una sola tubería.

Figura 14 - Conexión de tubería de desagüe.



- ✓ Se requiere permiso para utilizar el ascensor del edificio para subir las unidades evaporadoras (749 LBS) al centro de datos ubicados en el segundo piso.
- ✓ Las unidades condensadoras (231 LBS) se izarán hasta el balcón del tercer piso por medio de una grúa. Porque el único acceso al balcón es por medio de una ventana.
- ✓ Durante el tiempo la instalación de las unidades de precisión se deberá desactivar el sistema de supresión de incendios.

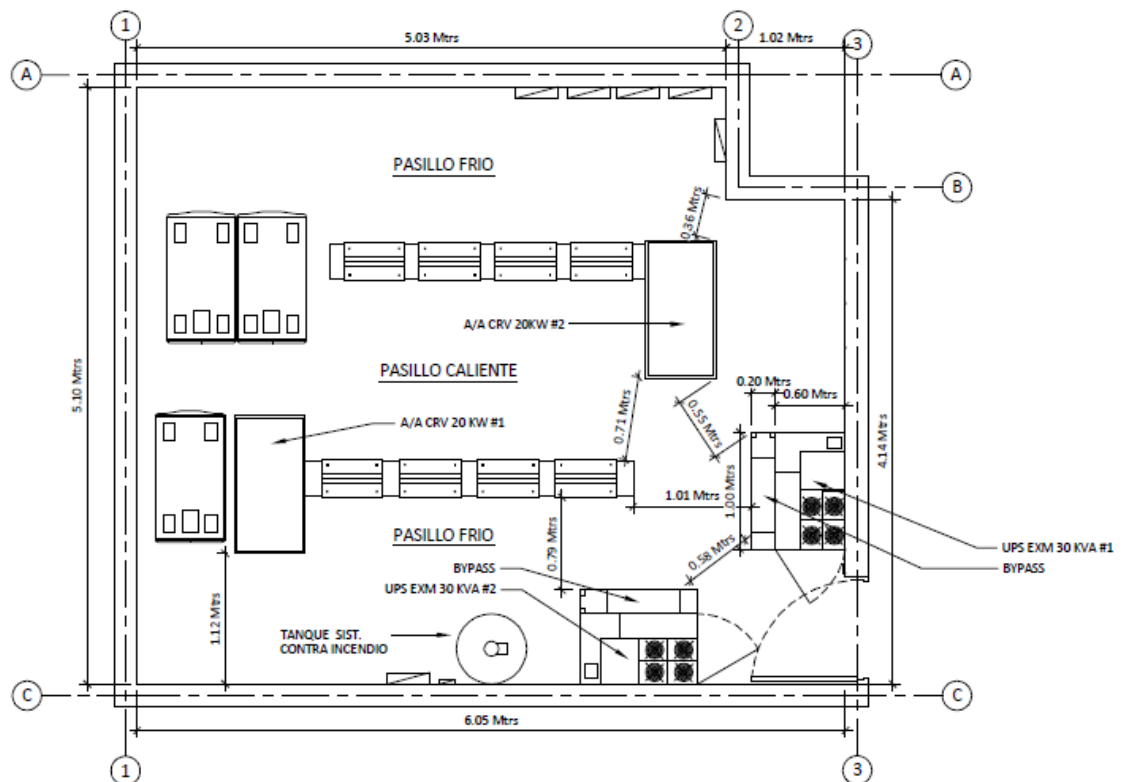
Requerimiento de instalación de UPS:

- ✓ Se pretende reutilizar el espacio actual de las UPS para la alimentación las UPS nueva a instalar. Se desinstalará ambas UPS existentes y se retirará todo el cableado, así como los paneles de alimentación y transferencias. Se instalará un cableado nuevo para cada UPS nueva.

Figura 15 - Paneles eléctricos de UPS existentes en el centro de datos.



Figura 16 - Ubicación recomendada Aires y UPS centro de datos.



- ✓ Definir el procedimiento de apagado del centro de datos al momento de hacer el traspaso de la carga de los UPS Nfinity a los UPS eXM. (En conjunto con el cliente).
- ✓ Según información brindada por el encargado de Servicios Administrativos Nicaragua Wal-Mart México y Centroamérica, los trabajos tanto para respaldo como para climatización deberán ser realizados fuera de horario de oficina. Por lo tanto, requerimos confirmar que los trabajos en el balcón y dentro del centro de datos podemos realizarlo en horario de oficina y solo los trabajos en los pasillos y oficina realizarlos en horario extraordinario.

3.4.2. Etapa de desarrollo

En esta sección se explicará la metodología utilizada para la selección de tubería y cableado eléctrico para la instalación de los aires acondicionados de precisión y sistemas ininterrumpidos de potencia.

3.4.2.1. Alimentación Eléctrica Aire de Precisión

Para el cálculo del dimensionamiento del cableado de alimentación Eléctrica de las unidades de aire de precisión se utiliza la tabla de datos eléctricos, tanto para las unidades evaporadoras y unidades condensadores, en las cuales se suministra los siguientes datos:

- ✓ FLA (Full Load Amps)= Corriente a carga Máxima.
- ✓ WSA (Wire Size Amps)= Capacidad de corriente del conductor
- ✓ OPD (Maximum Overcurrent Protection Device)

Para la selección adecuada de la corriente de consumo de las unidades, se debe ubicar el modelo de la unidad evaporadora, así como el modelo de la unidad condensadora.

Estos manuales son de descarga libre en la página web de fabricante www.vertivco.com

Los datos de las Unidades de Precisión son los siguientes:

Descripción	Aire de Precisión # 1	Aire de Precisión # 2
Marca	Liebert	Liebert
Modelo Evaporador	CR020RA1C7K999	CR020RA1C7K999
Modelo Condensador	MCM040E1YEG113	MCM040E1YEG113
Capacidad Nominal	5.7 Tons / 20 Kw.	5.7 Tons / 20 Kw.

También se utiliza el NEC (Código Eléctrico Nacional) / NFP70 para el dimensionamiento de la tubería y fijación de la mismas, así como la experiencia adquiridas de instalaciones anteriores.

En el caso del modelo de la unidad seleccionada, esta es enfriada por aire y está dividida en una Unidad Evaporadora, ubicada dentro del centro de datos y una unidad condensadora ubicada en el exterior.

En el manual de diseño de la unidad CRV (SL-11978_REV10_1-17) y en el manual de usuario de la unidad condensadora (SL-19536_REV4_4-16), se encuentra la tabla de datos eléctricos, ver tabla 3 y 4.

Tabla 5 - Datos eléctricos, unidades enfriadas por aire.

Tomado del manual de diseño sl-11978_rev10_1-17.

Electrical data—Air-cooled, 600 mm (24 in.)

Voltage	CR035RA		CR020RA	
	460/3/60	208/3/60	460/3/60	208/3/60
Dehumidification, With or Without Humidifier, Reheat, Condensate Pump				
FLA	32.2	62.0	24.2	50.8
WSA	39.1	75.4	29.2	61.4
OPD	50	100	35	80
Dehumidification and Humidifier; NO Reheat, Condensate Pump				
FLA	28.4	53.8	20.4	42.6
WSA	33.4	63.1	23.5	49.1
OPD	50	100	35	70
Dehumidification and Condensate Pump; NO Reheat, NO Humidifier				
FLA	24.7	45.4	16.7	34.2
WSA	29.7	54.7	19.8	40.7
OPD	45	90	30	60
Dehumidification and Reheat; NO Humidifier, NO Condensate Pump				
FLA	31.0	59.7	23.0	48.5
WSA	37.9	73.1	28.0	59.1
OPD	50	100	35	80
Dehumidification; NO Humidifier, NO Reheat, NO Condensate Pump				
FLA	23.5	43.1	15.5	31.9
WSA	28.5	52.4	18.6	38.4
OPD	45	80	30	60

Tabla 6 - Datos eléctricos, condensadores trifásicos, 60 Hz.

Tomado del manual de usuarios de Condensadores Microcanal SL-19536_REV4_4-16

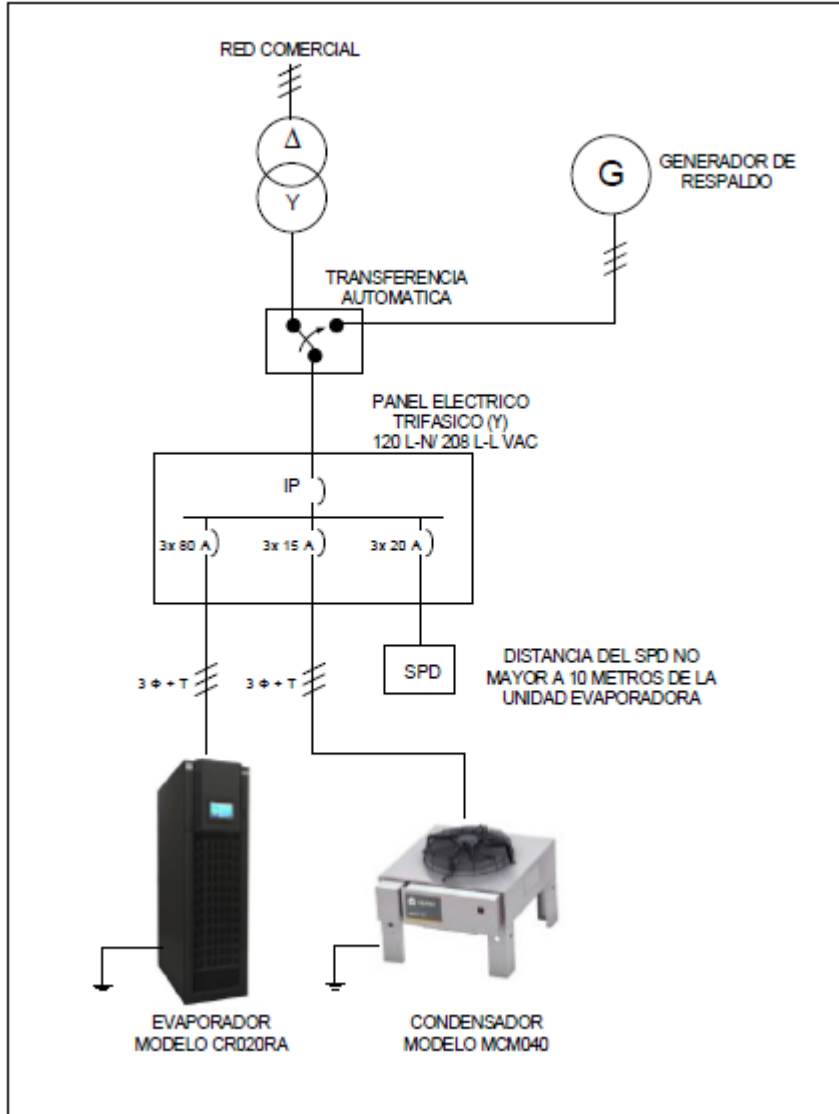
Electrical data, three-phase, 60Hz condenser, premium models				
Model	Voltage	FLA	WSA	OPD
Small Platform				
MCS028	208/230V	3.0	3.8	15
	380V	1.4	1.8	15
	460V	1.4	1.8	15
	575V	1.2	1.5	15
MCS056	208/230V	6.0	6.8	15
	380V	2.8	3.3	15
	460V	2.8	3.3	15
	575V	2.3	2.8	15
Medium Platform				
MCM040	208/230V	2.3	3.2	15
	380V	1.4	1.9	15
	460V	1.4	1.9	15
	575V	1.2	1.6	15
MCM080	208/230V	4.6	5.5	15
	380V	2.8	3.3	15
	460V	2.8	3.3	15
	575V	2.3	2.8	15
MCM160	208/230V	9.2	9.8	15
	380V	5.6	6.0	15
	460V	5.6	6.0	15
	575V	4.7	5.0	15

La distancia desde el Panel de alimentación hasta la Unidad evaporadora es aproximadamente 15 metros y desde la unidad evaporadora hasta la unidad condensadora es 35 metros.

Según la información suministrada por la tabla y tomando en cuenta la distancia desde el panel de alimentación se estimó para los conductores de fases el conductor THHN # 4 AWG y THHN # 6 para el conductor de tierra.

El protector termo magnético se seleccionó en 3 x 90 amperios para el evaporador y 3 x 20 amperios para el condensador.

Figura 17 - Diagrama eléctrico instalación de unidad de precisión CR020RA.



3.4.2.2. Alimentación Eléctrica UPS:

Para el cálculo del cableado y protección recomendados para el UPS se usó como referencia la siguiente tabla.

Tabla 7 - Datos de planificación del sitio UPS 10 -100 KVA, 60 Hz, 208 V.

Site planning data—10-100kVA, 60Hz, 208VAC, single Input														
UPS Rating		Voltage		AC Input			Battery		AC Output		Mechanical Data			
kVA	kW	Input	Output	Current, A		Rec. OPD	Nom. VDC	Maximum Discharge	Current, A		Dimensions WxDxH, in. (mm)	Unit Weight, lb. (kg)		UPS Heat Dissipation BTU/hr (kW)
				Nom.	Max				Nom.	OPD		40 kVA Frame	100 kVA Frame	
10	10	208	208	30	34	45	288	47	28	40	23-5/8x39-3/8x78-3/4 (600x1000x2000)	684 (310)	N/A	2217 (0.7)
15	15	208	208	45	51	70	288	70	42	60		684 (310)	N/A	3245 (1.0)
20	20	208	208	59	68	90	288	93	56	70		684 (310)	684 (310)	3843 (1.1)
30	30	208	208	89	102	150	288	140	83	110		758 (344)	N/A	6189 (1.8)
40	40	208	208	119	136	175	288	187	111	150		758 (344)	758 (344)	7610 (2.2)
60	60	208	208	178	205	300	288	280	167	225		N/A	844 (383)	11,278 (3.3)
80	80	208	208	237	273	350	288	373	222	300		N/A	918 (416)	14,977 (4.4)
100	100	208	208	297	341	450	288	467	278	350		N/A	992 (450)	18,645 (5.5)

En la tabla 5 nos indica la capacidad nominal y máxima de corriente de entrada, así como la capacidad de la protección termo magnética, para el caso de la UPS de 30 KVA nos indica 150 amperios. Para la protección de salida indica 110 A.

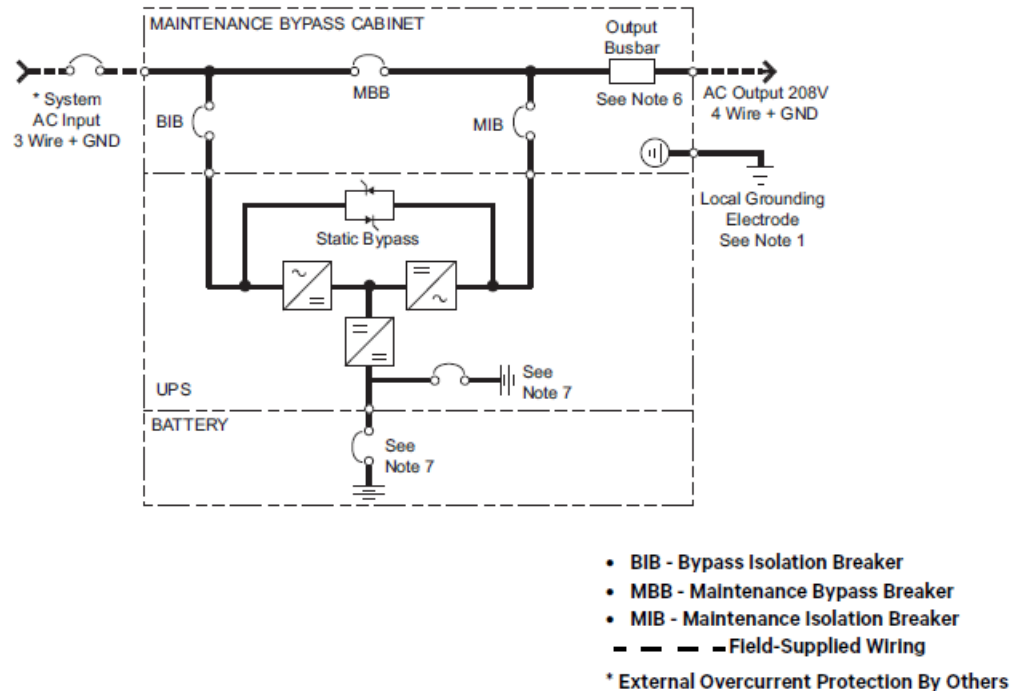
De acuerdo a este criterio se seleccionó el calibre del cableado de alimentación, según la tabla 6, especificaciones técnicas del conductor Flexible PAWC. Se seleccionó el conductor calibre # 2 que según la tabla en la columna b tiene una capacidad de corriente de 112 A.

Tabla 8 - Especificaciones técnicas conductor flexible PAWC.

Calibre	Area Nominal		Número de Hilos	Espesor de aislamiento Nominal		Diámetro externo total Aproximado		Peso Total Aprox.	Resistencia Eléctrica c.d. Máx. @ 30°C	Capacidad de Corriente max. (Amperios)	
AWG/MCM	C.M.	mm	#	pulg	mm	pulg	mm	Kg/Km	Ω/Km	a ⁽²⁾	b ⁽¹⁾
6	2624	13.3	168	0.09	2.2	0.36	9.3	187	1.4	75	63
4	4174	21.1	266	0.09	2.2	0.41	10.6	269	0.89	100	84
3	5262	26.6	342	0.09	2.2	0.44	11.4	331	0.72	150	99
2	6636	33.6	418	0.10	2.5	0.49	12.6	406	0.57	200	112
1	8369	42.4	532	0.10	2.5	0.53	13.6	499	0.45	250	131
1/0	10560	53.5	666	0.10	2.5	0.57	14.6	607	0.35	300	181
2/0	13310	67.4	851	0.10	2.5	0.62	15.8	756	0.28	375	208
3/0	16780	85.0	107	0.11	2.7	0.69	17.6	948	0.22	450	241
4/0	21160	107.2	133	0.13	3.3	0.79	20.0	119	0.17	550	277

Tabla basada en la Tabla 400-5(b) del NEC 2002

Figura 18 - Diagrama Unifilar Sistema UPS eXM con Gabinete de Bypass de mantenimiento.



3.4.2.3. Tuberías de refrigeración:

Para la selección del diámetro de tubería se verifica la distancia de recorrido total de la tubería de refrigeración. También se toma en cuenta la ubicación del condensador respecto al evaporador de acuerdo a la figura 7.

Tabla 9 - Diámetro de tubería de refrigeración

Recomendado para condensadores microcanales con refrigerante R-410A, Cobre (Cu), Diámetro externo (O.D).

Liebert CRV Model #	Total Equivalent Length, ft. (m)	Hot Gas Line, in. (m)	Liquid Line, in. (m)
CR019RA/ CR020RA	50 (15)	3/4 (19.1)	5/8 (15.9)
	100 (30)	3/4 (19.1)	5/8 (15.9)
	150 (45)	3/4 (19.1)	5/8 (15.9)
	300 (91)	7/8 (22.2) ¹	3/4 (19.1)

Figura 19 - Esquema de tuberías para la instalacion de Unidad de Precision.

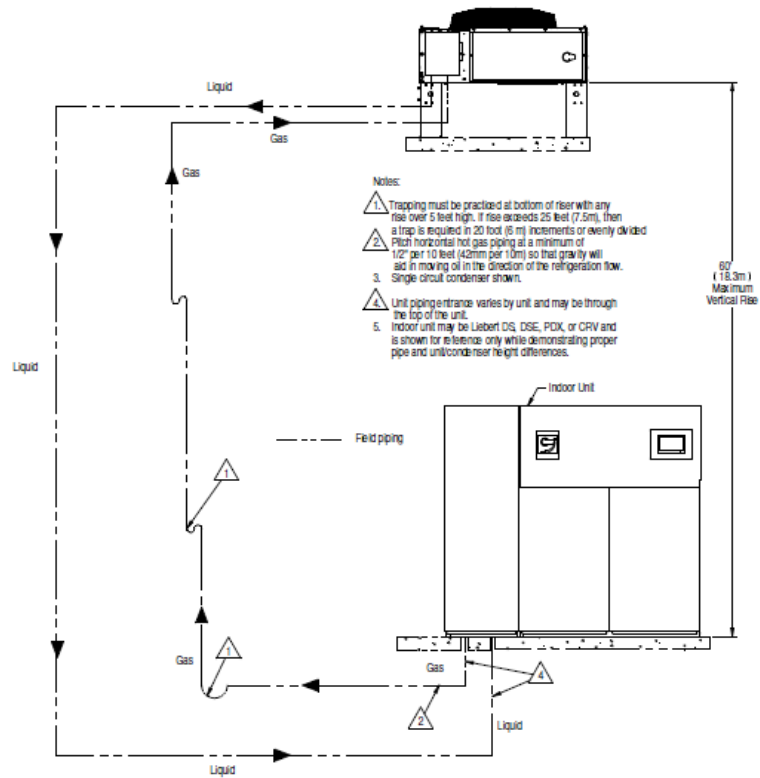
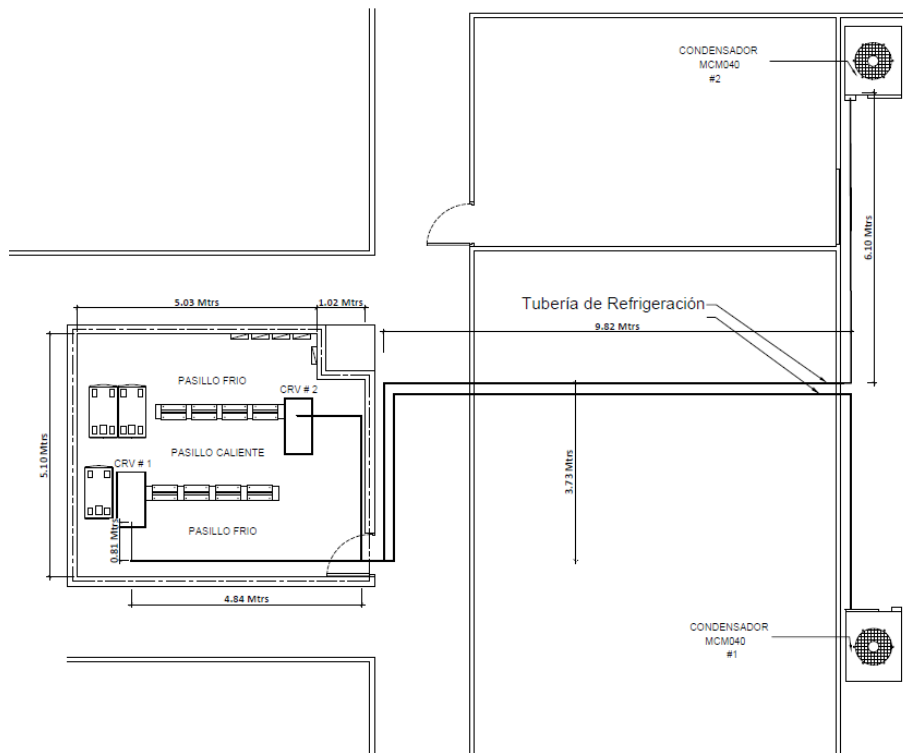
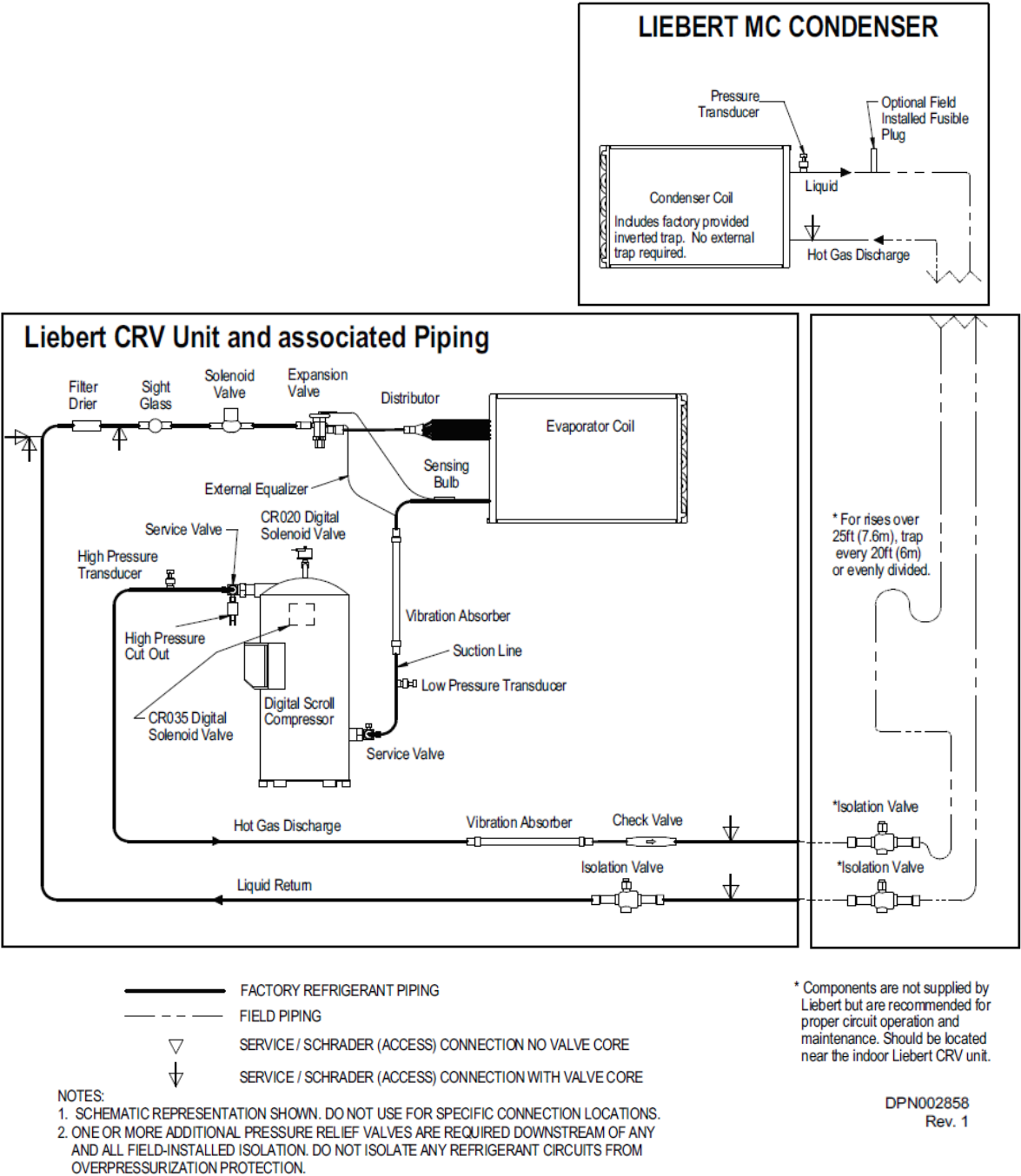


Figura 20 - Recorrido de tuberías de refrigeración.



Para el recorrido de tuberías y ubicación de trampas para recolección de líquido se siguió el siguiente esquema.

Figura 21 - Esquema de tuberías – CRV 600 mm.
Sistemas de expansión directa.



3.4.3. Etapa de Implementación.

3.4.3.1. Instalación mecánica aire de precisión:

Detalle de equipos instalados:

DESCRIPCION	AIRE DE PRECISION # 1	AIRE DE PRECISION # 2
MARCA	5.7 TON	5.7 TON
CAPACIDAD NOMINAL	LIEBERT	LIEBERT
MODELO EVAPORADOR	CR020RA1C7K999	CR020RA1C7K999
SERIE	Y16KBM0050	Y16KBM0051
MODELO CONDENSADOR	MCM040E1YEG113	MCM040E1YEG113
SERIE	Y16KAY0140	Y16KAY0141

Descripción de actividades realizadas:

1. Instalación de 35 metros de tubería de refrigeración compuesta por tubería de cobre (O.D) rígida tipo L de $\frac{3}{4}$ " para la línea de gas caliente y tubería de cobre (O.D) rígida tipo L de $\frac{5}{8}$ " para línea de líquido, soportada en riel strut de $\frac{13}{16}$ " fijadas con abrazaderas tipo strut de $\frac{1}{2}$ " aislada con tubo pvc.

Figura 22 - Fijación de tuberías de refrigeración.



Tubería cobre $\frac{3}{4}$ " O.D rígida tipo L

Tubería cobre $\frac{5}{8}$ " O.D rígida tipo L

Tubería EMT $\frac{1}{2}$ " I.D para Control

Tubería EMT $\frac{1}{2}$ " I.D para Fuerza

Las unidades condensadoras se instalaron en el piso superior de donde se ubicó la unidad evaporadora, por razones de estética del edificio, todas las unidades de aires ubicadas en el segundo piso, tienen sus condensadores ubicados en el tercer piso y así los demás pisos, la idea es evitar tuberías visibles.

2. El centro de datos cuenta con 2 unidades de confort que servían como respaldo para la unidad de precisión existente. A estas unidades se le realizó un mantenimiento preventivo que incluyó limpieza de filtros, medición de parámetros de operación en el compresor, fan, capacitores y se monitorio la temperatura de la sala por un periodo de 48 horas, para garantizar la climatización de la sala antes de desinstalar la unidad de precisión existente.
3. Desmontaje de unidad Canatal de 8TON (unidad evaporadora y condensadora a reemplazarse).

Figura 23 - Desmontaje de Unidad de clima obsoleta en el centro de datos.



4. Desmontaje y traslado de Unidad canatal, para hacer espacio para la ubicación de las nuevas unidades de precisión. La unidad existente consta de un evaporador, condensador y ductos de suministro.

Figura 24 - Ubicación de segunda unidad condensadora



5. Desinstalación de sistema de ductos de la unidad de clima a reemplazar.

Figura 25 -Ductos desinstalados en el centro de datos



6. Traslado de unidades de precisión a Edificio Cobirsa.

- a. Los evaporadores fueron colocados en el segundo piso a través de una grúa monta carga, teniendo acceso a través de las escaleras del costado norte del edificio.

Figura 26 - Traslado y ubicación de unidades evaporadoras.



- b. Los condensadores fueron colocados en el balcón del tercer piso a través de una grúa monta carga.

Figura 27 - Izaje de unidades condensadoras.



7. Montaje de unidades condensadoras Liebert en el balcón del 3^{er} piso.

- a. Los condensadores se ubicaron en las áreas disponibles del balcón del 3er piso, previamente indicadas al cliente y personal de administración del edificio.

Figura 28 - Ubicación de Unidades condensadoras



UNIDAD CONDENSADORA #1

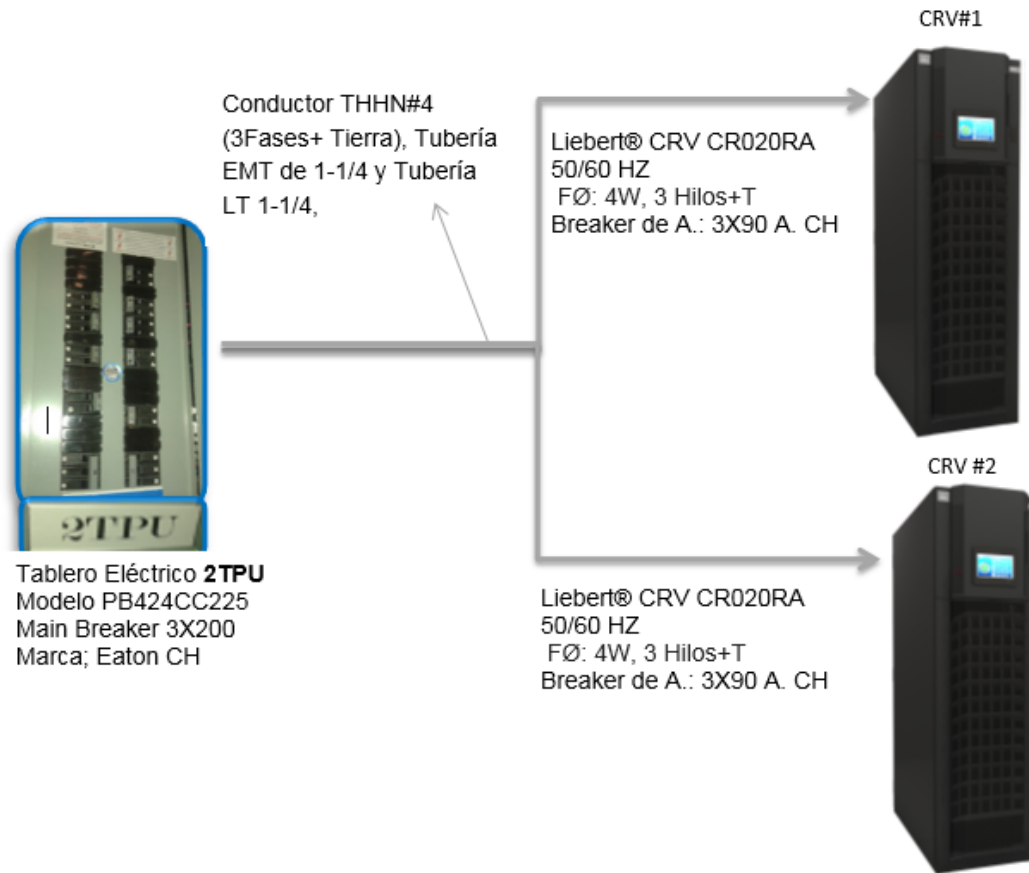


UNIDAD CONNSADORA #2

3.4.3.2. Instalación eléctrica aire de precisión:

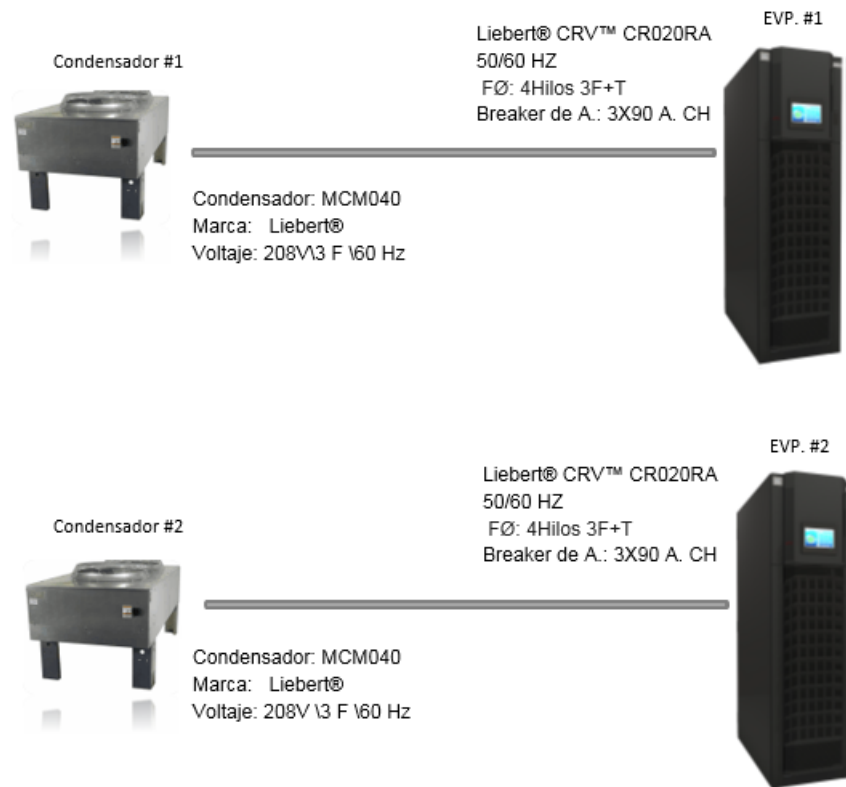
1. Se realizó instalación de soportes con riel strut 13/16"x1-5/8", varillas roscadas 3/8", entre otros materiales para la fijación de las tuberías EMT 1-1/4" donde se canalizó el cableado que energizan los aires CRV.
2. Instalación de alimentación eléctrica trifásica de los CRV (3Fases+Tierra), en conductor THHN #4, confinado en tubería EMT de 1-1/4" y LT de 1-1/4" a una distancia de 20 metros lineales, del tablero eléctrico comercial 2TPU-PB424CC225 ubicado en el centro de datos hasta cada uno CRV#1 ubicado en el mismo sitio.

Figura 29 - Diagrama alimentación eléctrico Unidades Evaporadoras.



3. Suministro e instalación eléctrica trifásica para las condensadoras (4W, 3Fases+Tierra), en conductor THHN #12, confinado en tubería EMT de ½" y LT de ½" a una distancia de 35 metros lineales, de los evaporadores CR020RA, ubicado en el centro de datos hasta cada uno de las condensadoras ubicadas en el tercer balcón del edificio.

Figura 30 - Diagrama de alimentación eléctrica Unidad Condensadora.



4. De igual manera se instaló circuito para el control (2 Hilo, THHN #14 color rojo y negro) y comunicación con cable STP, entre el evaporador y condensador, en tubería EMT de 1/2" y LT de 1/2" desde el evaporado CRV hasta la condensadora.
5. Se realizó conexión eléctrica en las condensadoras de los CRV e instalación de Dispositivo de Protección Contra Sobretensiones SPD en cada uno de ellos.

Figura 31 -Panel de conexiones eléctrica Unidad Condensadora.



6. Prueba previa de rotación de fases en los evaporadores antes del encendido de la unidad para garantizar correcta operación.

Figura 32 - Rotación de fases Unidad evaporadora.



Voltaje de alimentación						
L1-L2	L2-L3	L3-L1	T-N	L1-N	L2-N	L3-N
211.4 V	211.9 V	210.4 V	0.0 V	123.2 V	122.9 V	124.2 V

7. Elaboración de dos perforaciones de 4" de diámetro cada una en la losa para el pase de las tuberías de refrigeración, alimentación eléctrica y cableado de control de las unidades condensadoras.

Figura 33 - Salida de tuberías de refrigeración en losa de segundo piso.



8. Instalación de soportes y tubería de refrigeración dentro y fuera del centro de datos.

Figura 34 - Soporte de tuberías dentro del centro de datos.

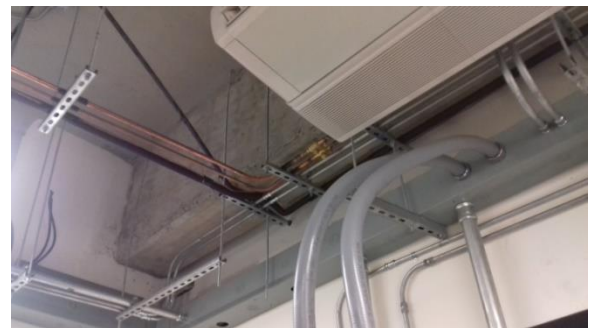


Figura 35 - Soporte de tuberías dentro del cielo falso y trayecto hacia parte exterior.



Figura 36 - Soporte de tuberías en el área del balcón 3er piso.



9. Instalación de protección mecánica para las tuberías de refrigeración en el área del balcón.

Figura 37 - Protección de tuberías de refrigeración.



10. Instalación de válvulas de bola en tubería de refrigeración de líquido y gas en ambas unidades.

Figura 38 - Válvulas de servicio en tuberías de refrigeración.



11. Instalación de tubería de suministro y drenaje de ambas unidades.

- Tubería de suministro de agua para el humidificador en tubo de cobre de $\frac{1}{4}$ " con llave de pase independiente para cada unidad.
- Tubería de drenaje de agua del evaporador en tubo de cobre de $\frac{1}{2}$ " independiente para cada unidad.
- Ambas tuberías fueron acopladas a las existentes dentro del centro de datos que eran utilizadas por el aire Canatal.

Figura 39 - Tubería de suministro de agua y desagüe para unidades evaporadoras.



12. Instalación de cable-sensor de derrame de líquido en ambas unidades.

Figura 40 -Sonda sensor de derrame de líquido.

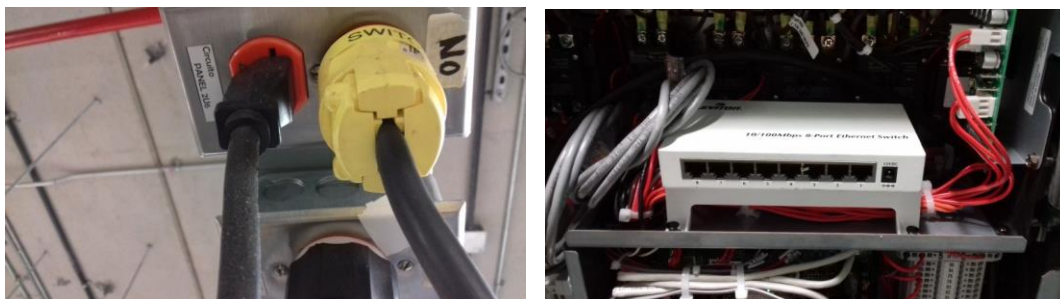


13. Acople de unidades, pruebas de presión en tubería, vacío y carga de refrigerante.

14. Pruebas de comunicación y alternancia entre ambas unidades, pruebas de fallos y envío de alarmas.

- c. Se instaló dentro del panel eléctrico de la unidad CRV #2 un switch de comunicación independiente a la red del cliente (recomendado por el fabricante) para la sincronización de ambas unidades, se realizó la instalación del cableado de comunicación de ambas máquinas e instalación de switch el cual se energizó de uno de los UPS eXM de 30 KVA que respalda el centro de datos.

Figura 41 - Conexión eléctrica switch de comunicación.



15. Se instaló cableado de monitoreo a ambas unidades y configuró direcciones IP en la tarjeta SNMP proporcionadas por el cliente y se conectaron a switch CISCO del cliente.

Figura 42 - Tarjeta de monitoreo SNMP, aires de precisión.



UNIDAD CRV #1



UNIDAD CRV #2

16. Configuración y Puesta en marcha.

Parámetros configurados.

Ítem	Descripción	Parámetros
1	Temperatura Deseada suministro	14°C
2	Diferencia	8 °F
3	Humedad Deseada	55 % RH
4	Rango	5% RH
5	Set de alta temperatura	24°C
6	Set de baja temperatura	16°C
7	Set de alta Humedad	70 % RH
8	Set de baja Humedad	30 % RH

17. Medición de parámetros de operación

UNIDAD # 1

Ítem	Descripción	Voltaje y Corriente			Placa
		L1	L2	L3	
1	Voltaje de alimentación	211.4	211	210.9	208 VAC
2	Ventiladores evaporador	2.7	2.5	2.8	3 AMP
3	Compresor	19.9	17.7	17.6	25.9 AMP
4	Humidificador	3	3.2	3	8.4 AMP
5	Calentador #1	9.7	9.5	-	9.6 AMP
6	Calentador #2	9.5	9.4	-	
7	Presión succión compresor	120 psi			
8	Presión descarga compresor	370 psi			

UNIDAD # 2

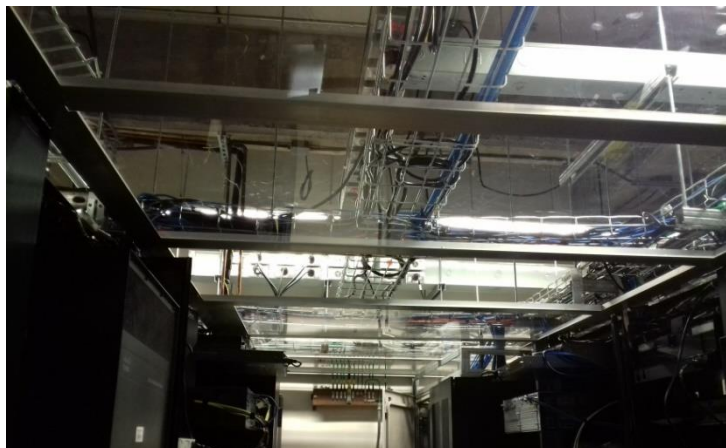
Ítem	Descripción	Voltaje y Corriente			Placa
		L1	L2	L3	
1	Voltaje de alimentación	211.4	211	210.9	208 VAC
2	Ventiladores evaporador	2.3	2	2.2	3 AMP
3	Compresor	20	18.5	18.2	25.9 AMP
4	Humidificador	2.5	2.7	2.3	8.4 AMP
5	Calentador #1	9.5	9.4	-	9.6 AMP
6	Calentador #2	9.7	9.5	-	
7	Presión succión compresor	125 psi			
8	Presión descarga compresor	350 psi			

18. Confinamiento de pasillo caliente.

Confinamiento de pasillo caliente con estructura de aluminio color natural y láminas de plexiglás.

- Se realizó confinamiento de pasillo caliente, donde se instalaron seis plafones de plexiglás con unas dimensiones de 1.33 x 0.63 metros abatibles, soportados con estructura de aluminio.

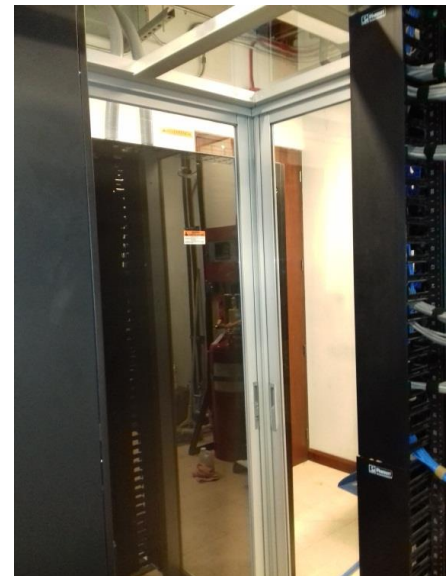
Figura 43 - Estructura de techo del pasillo confinado.





- b. Se instalaron dos puertas de acceso de plexiglás la primera de 0.60 x 2.0 metros que es la puerta principal y segunda de 1.33 x 2.0 metros que es para acceder a la parte del fondo del centro de datos donde están los paneles eléctricos (pasillo norte), cada puerta cuenta con su cerradura de enllave.

Figura 44 - Puerta de acceso pasillo confinado.



- c. Se instalaron plafones de plexiglás en cada espacio abierto de cada uno de los Rack's y Gabinetes.

Figura 45 - Sellado de espacios abiertos en rack de comunicaciones.



Figura 46 - Sellado de espacios abiertos en Gabinetes.





3.4.3.3. Instalación Sistema de Potencia Ininterrumpida (UPS):

Detalle de equipos instalados:

DESCRIPCION	UPS #1	UPS #2
MARCA	LIEBERT	LIEBERT
MODELO	47SA030DACH	47SA030DACH
CAPACIDAD NOMINAL	30 KVA /30 KW	30 KVA / 30 KW
FACTOR DE POTENCIA SALIDA	UNITARIO	UNITARIO
VOLTAJE NOMINAL	208 VAC	208 VAC
NUMERO DE SERIE	M16KZB0047	M16KZB0048

Descripción de actividades realizadas:

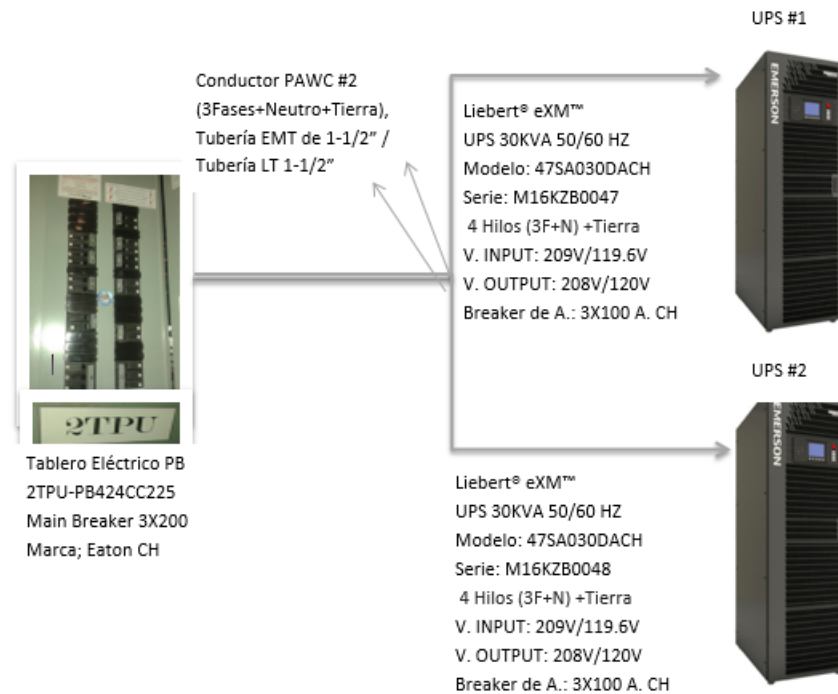
1. Se realizó instalación de soportes para la tubería eléctrica con riel tipo strut 13/16"x 1-5/8" 10 FT, varillas roscadas 3/8", tarugos expansivos para anclar las varillas roscadas a la losa de cielo, entre otros materiales de fijación. La tubería eléctrica es del tipo EMT 1-1/2" que llevara el cableado de entrada de los UPS desde el Panel de alimentación y el cableado de salida desde las UPS hacia los paneles respaldados.

Figura 47 - Instalación de tubería eléctrica alimentación UPS.



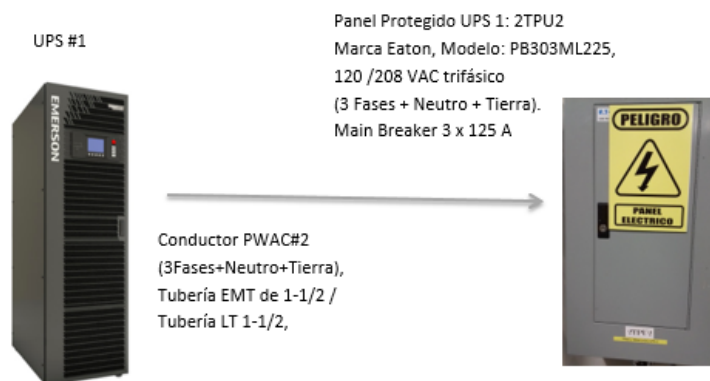
2. Sondeo del cableado de alimentación eléctrica trifásica de los UPS (3 Fases + Neutro + Tierra), con conductor PAWC #2, confinado en tubería EMT de 1-1/2" y LT de 1-1/2" a una distancia de 20 metros lineales, desde tablero eléctrico comercial 2TPU-PB424CC225 ubicado en el centro de datos hasta cada uno de los UPS EXM ubicado en el mismo sitio.

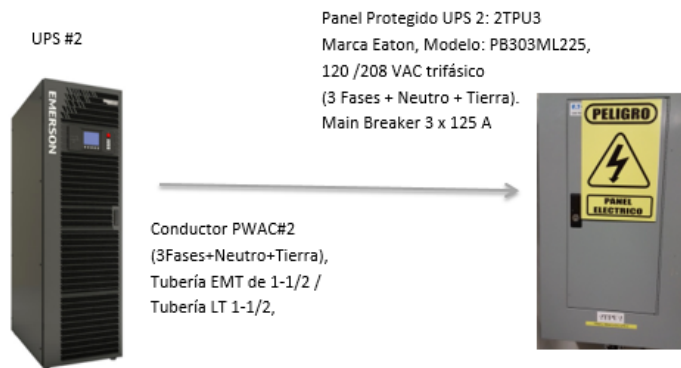
Figura 48 - Diagrama eléctrico alimentación UPS.



3. Reemplazo de los Paneles de salida de las UPS Monofásicas existentes por paneles trifásicos de 30 espacios marca C.H Modelos: PB303ML225, 120/208 V, alimentado desde los UPS Liebert® eXM™ 30KVA, #1 y #2, ubicados en el centro de datos. En la tabla se muestra el panel que corresponde a cada uno de los UPS.

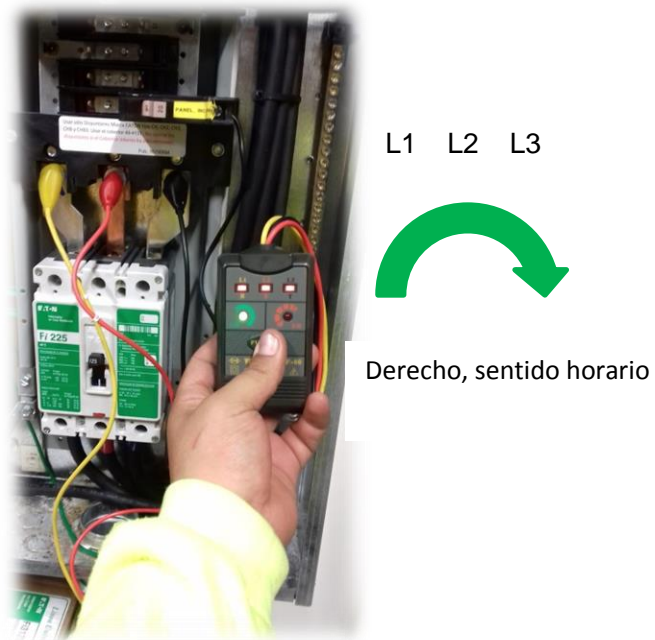
Figura 49 - Diagrama eléctrico salida UPS.





4. Luego de haber instalado y conectado los UPS y paneles eléctricos respaldados, se procedió a confirmar la rotación de fase en los paneles que alimentan los UPS y parámetros de voltaje.

Figura 50 - Prueba de rotación de fases alimentación UPS.



Voltaje de Entrada

L1-L2	L2-L3	L3-L1	T-N	L1-N	L2-N	L3-N
213.1 V	213.9 V	214.2 V	0.0 V	123.2 V	122.9 V	124.2 V

Voltaje de Salida

L1-L2	L2-L3	L3-L1	T-N	L1-N	L2-N	L3-N
207.4 V	208.4 V	208.2 V	0.0 V	119.5 V	120.0 V	120.7 V

5. Se realizó el traslado de una fuente de los servidores doble fuente en los gabinetes DELL, EMERSON Y COMPAQ al UPS #1 eXM 30 KVA.
6. Se realizó el movimiento del panel de sistema CHEMETRON contra incendio frente al tanque del agente NOVEC 1230 para dar lugar a la instalación del UPS #1 eXM 30kVA.

Figura 51 - Ubicación Panel de detección y supresión de incendio.



Posición Anterior



Posición Actual

7. Se realizó el movimiento del control de acceso del centro de datos, este fue movido más hacia la puerta para igual manera dar lugar al UPS #2 eXM de 30kVA.

Figura 52 - Ubicación control de acceso.



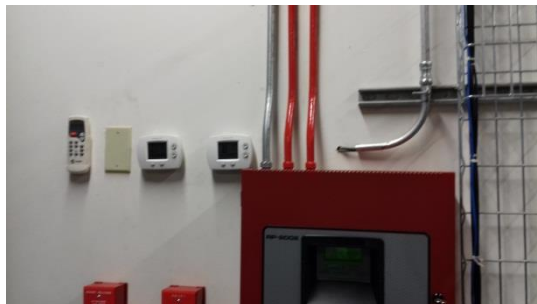
Posición Anterior



Posición Actual

8. Se realizó el movimiento de los controles termostatos de las unidades de aire acondicionado de confort cerca del panel contra incendios.

Figura 53 - Ubicación control de aires de confort.



Posición Anterior

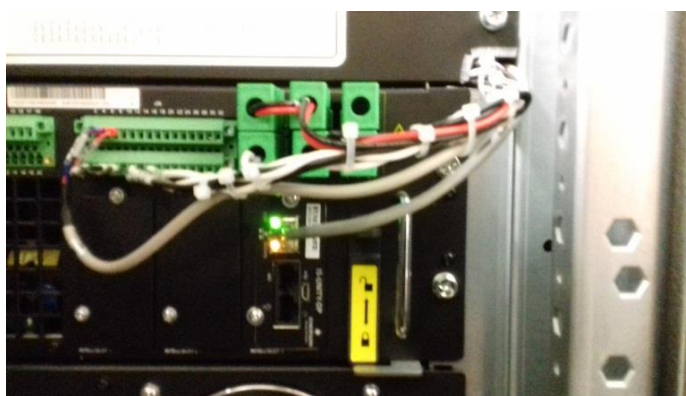


Posición Actual

9. Se realizó el cableado, instalación y configuración de la tarjeta de monitoreo de cada una de las UPS eXM 30 KVA.

- ✓ IP
- ✓ NETMASK
- ✓ GATEWAY

Figura 54 - Tarjeta de red UPS



10. Se realizó el etiquetado de todos los equipos y paneles eléctricos.

Figura 55 - Etiquetado de paneles eléctricos.





11. Porcentaje de carga de las UPS NFINITY #1 y #2 antes de desinstalarlas.

Figura 56 – Porcentaje de carga UPS #1 NFINITY 20 KVA: 50%



Figura 57 - Porcentaje de carga UPS #2 NFINITY 20 KVA: 44%



12. El UPS #1 quedo con un porcentaje de carga que oscila entre 46% - 50% y el UPS #2 eXM 30 KVA quedo con un porcentaje de carga que oscila entre 31 - 37%.

Figura 58 - Porcentaje de carga UPS eXM 30 KVA # 1:



Figura 59 - Porcentaje de carga UPS eXM 30 KVA # 2:



13. Se realizó verificación de la versión de firmware de las UPS. Se encontró con una versión anterior a la más reciente. Se procedió a la actualización del firmware de los dos UPS eXM 30kVA al más actual.

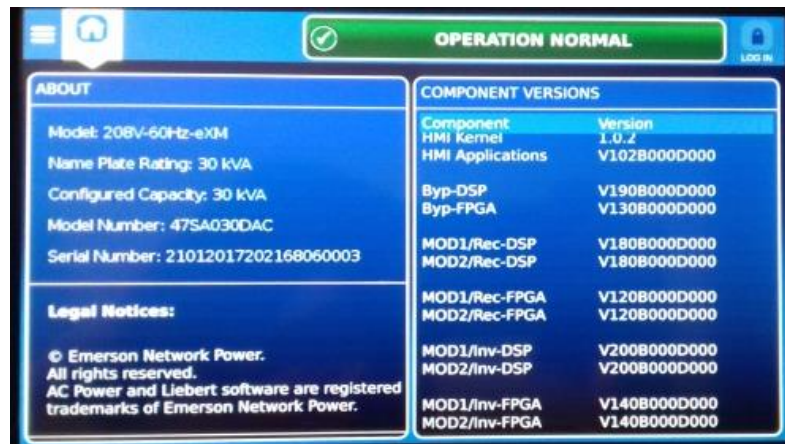
Tabla 10 - Tabla de versiones de firmware UPS eXM.

Liebert EXM Software/Firmware Compatibility Table								
Firmware Version	Release Dates	Rectifier DSP Firmware 05125609	Rectifier FPGA Firmware 05125610	Inverter DSP Firmware 05125611	Inverter FPGA Firmware 05125612	Bypass DSP Firmware 05125613	Bypass FPGA Firmware 05125606	Touch Screen Control Panel Firmware 05125615
V210	05/08/2017	V190	V130	V210	V150	V200	V140	V1.2.1
V201	11/11/2016	V180	V120	V200	V140	V190	V130	V1.0.2
V190 ¹	04/25/2016	V171	V120	V190	V130	V180	V120	V1.0
V180	12/16/2015	V160	V120	V180	V130	V170	V120	V1.0
V150	09/29/2015	V130	V110	V141	V110	V140	V110	V1.0
V140	05/11/2015	V130	V110	V140	V110	V140	V110	V1.0
V125	02/14/2015	V113	V101	V113	V101	V112	V101	V1.0
V122	12/17/2014	V112	V100	V112	V100	V111	V100	V1.0
V121	12/08/2014	V112	V100	V111	V100	V111	V100	V1.0
V101	08/25/2014	V100	V100	V100	V100	V101	V100	V1.0

Figura 60 - Versión firmware UPS eXM.

COMPONENT VERSIONS	
Component	Version
HMI Kernel	1.0.2
HMI Applications	V1028000D000
Byp-DSP	V1808000D000
Byp-FPGA	V1208000D000
MOD1/Rec-DSP	V1718000D000
MOD2/Rec-DSP	V1718000D000
MOD1/Rec-FPGA	V1208000D000
MOD2/Rec-FPGA	V1208000D000
MOD1/Inv-DSP	V1908000D000
MOD2/Inv-DSP	V1908000D000
MOD1/Inv-FPGA	V1308000D000
MOD2/Inv-FPGA	V1308000D000

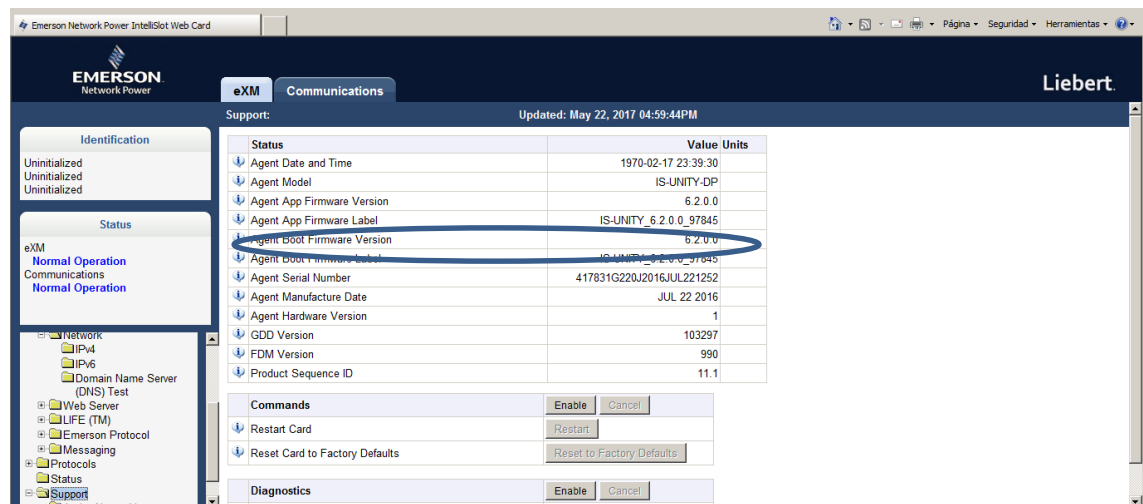
Figura 61 - Versión firmware UPS después de la actualización.



ABOUT		COMPONENT VERSIONS	
Model:	208V-60Hz-eXM	Component	Version
Name Plate Rating:	30 kVA	HMI Kernel	1.0.2
Configured Capacity:	30 kVA	HMI Applications	V102B000D000
Model Number:	47SA030DAC	Byp-DSP	V190B000D000
Serial Number:	21012017202168060003	Byp-FPGA	V130B000D000
Legal Notices: © Emerson Network Power. All rights reserved. AC Power and Liebert software are registered trademarks of Emerson Network Power.		MOD1/Rec-DSP	V180B000D000
		MOD2/Rec-DSP	V180B000D000
		MOD1/Rec-FPGA	V120B000D000
		MOD2/Rec-FPGA	V120B000D000
		MOD1/Inv-DSP	V200B000D000
		MOD2/Inv-DSP	V200B000D000
		MOD1/Inv-FPGA	V140B000D000
		MOD2/Inv-FPGA	V140B000D000

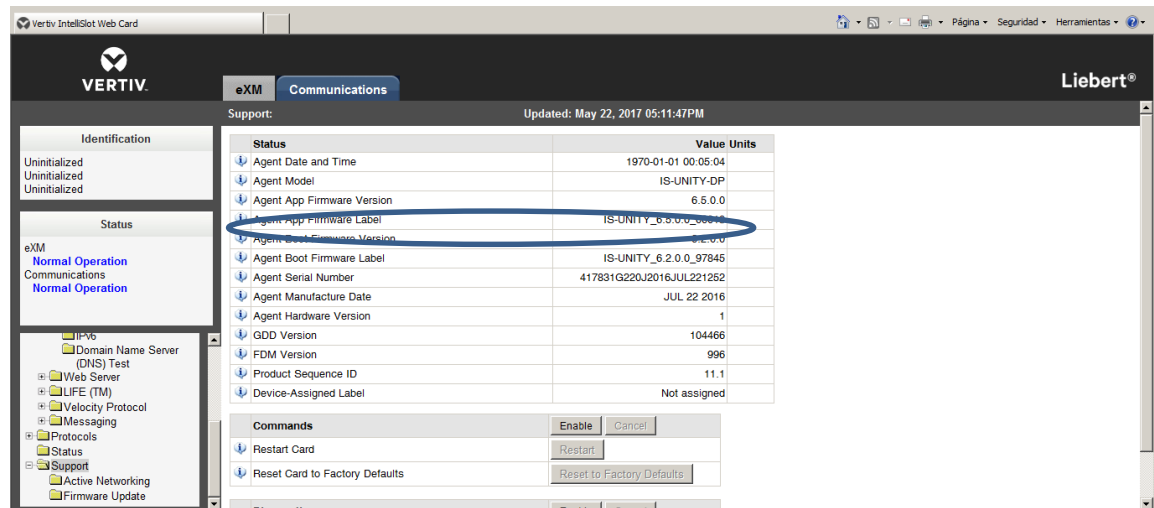
14. Se realizó verificación de la versión de firmware de las tarjetas de Monitoreo SNMP. Se encontró con una versión anterior a la más reciente. Se procedió a la actualización del firmware de los dos UPS eXM 30kVA al más actual.

Figura 62 - Versión firmware 6.2.0.0, Tarjeta de Monitoreo



Status	Value	Units
Agent Date and Time	1970-02-17 23:39:30	
Agent Model	IS-UNITY-DP	
Agent App Firmware Version	6.2.0.0	
Agent App Firmware Label	IS-UNITY_6.2.0.0_97845	
Agent Boot Firmware Version	6.2.0.0	
Agent Boot Firmware Label	IS-UNITY_6.2.0.0_97845	
Agent Serial Number	417831G220J2016JUL221252	
Agent Manufacture Date	JUL 22 2016	
Agent Hardware Version	1	
GDD Version	103297	
FDM Version	990	
Product Sequence ID	11.1	

Figura 63 - Versión firmware actualizada: 6.5.0.0, Tarjeta de monitoreo.



15. Para realizar el traslado de carga de la UPS #1 y 2 Nfinity al UPS #1 Y #2 eXM 30kVA se realizó lo siguiente:

1. Se apagó el UPS Nfinity.
2. Se apagaron los breaker de entrada y salida.
3. Se desconectaron los cables de alimentación y salida.
4. Se reemplazó el kit monofásico interno existente del panel eléctrico de salida de cada UPS por un kit trifásico con interruptor de desconexión incorporado.
5. Se conectaron los cables de salida del UPS eXM 30kVA.
6. Se realizó el encendido del UPS.
7. Finalmente se encendieron los breaker de cada una de las cargas.

El traslado se realizó en dos ventanas nocturnas fuera de horario laboral.

4. Cronograma de actividades

El horario de trabajo fue el siguiente:

- Lunes a viernes de 8:30 am a 5:00 pm.

Para la instalación de la tubería de refrigeración se tuvo que pasar por el área de oficinas, por lo que para esta actividad se realizó en horario extraordinario de 7:00 pm a 1:00 am durante 10 días.

ITEM	DESCRIPCION DE LA TAREA	Enero-17				Febrero-17				Marzo-17				Abril-17				Mayo-17				Junio -17				Julio -17				Agosto -17				TOTAL SEMANAS
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
2	Importacion de Equipos																												10					
3	Site-survey (layout, planos arquitectonicos, disponibilidad de area, rutas de acceso, permisos, etc)																												4					
	Compra de Materiales Locales																												1					
4	Instalacion de Tuberia de Refrigeracion Unidad de climatizacion de Precision # 1																												1					
5	Instalacion de Tuberia de Refrigeracion Unidad de climatizacion de Precision # 2																												1					
6	Instalacion de Acometida Electrica Unidad de climatizacion de Precision # 1																												1					
7	Instalacion de Acometida Electrica Unidad de climatizacion de Precision # 2																												1					
8	Prohibido el ingreso al centro de datos debido a dias festivos de Semana Santa																																	
9	Pruebas de Operacion Unidades de confort como climatizacion temporal																												1					
10	Instalacion de Acometida Electrica Sistema de Alimentacion Ininterrumpida # 1 (SAI o UPS)																												1					
11	Instalacion de Acometida Electrica Sistema de Alimentacion Ininterrumpida # 2 (SAI o UPS)																												1					
12	Desinstalacion de Unidad de Climatizacion existente																												1					
13	Traslado e izaje de Equipos.																												1					
14	Puesta en Marcha de Unidad de Climatizacion de Precision # 1																												1					
15	Puesta en Marcha de Sistema de Alimentacion Ininterrumpida # 1 (SAI o UPS)																												1					
16	Traslado de carga al nuevo UPS # 1 (Fuente A)																												2					
17	Puesta en Marcha de Unidad de Climatizacion de Precision # 2																												1					
18	Puesta en Marcha de Sistema de Alimentacion Ininterrumpida # 2 (SAI o UPS)																												1					
19	Traslado de carga al nuevo UPS # 2 (Fuente B)																												2					
20	Confinamiento del Pasillo Caliente																												2					
21	Periodo de Prueba y ajustes.																												1					
22	Capacitacion del Personal																												1					
23	Entrega Final del Proyecto																												1					
24	Elaboracion y Entrega de Informe final, diagrama Unifilar y Plano de Ubicacion de equipos " As Built"																												1					

5. Análisis de costos.

De acuerdo a la información recopilada en la visita de campo y los alcances definidos con el cliente, se detalla la tabla resumen de costos y lista a detalle de los materiales.

Tabla 11 - Resumen de costos de instalación.

		A	B	C	D	(A+B+ C+D)
ítem	Descripción	Costo Mano de Obra	Costo Materiales	Imprevistos Mano de Obra	Imprevistos en Materiales	Costos Totales
1	INSTALACION ELECTRICA DE 2 UPS 30 KW	\$1,875.00	\$3,112.60	\$187.50	\$311.26	\$5,486.36
2	INSTALACION ELECTRICA DE 2 AIRES DE PRECISION 20 KW	\$1,300.00	\$1,095.28	\$130.00	\$109.53	\$2,634.81
3	INSTALACION MECANICA DE 2 AIRES DE PRECISION 20 KW	\$3,540.00	\$3,434.96	\$354.00	\$343.50	\$7,672.46
4	TRASLADO E IZAJE DE 2 EVAPORADORES Y 2 CONDENSADORES	\$1,410.00	\$0.00	\$141.00	\$0.00	\$1,551.00
5	CONFINAMIENTO DE PASILLO CALIENTE	\$1,300.00	\$3,000.00	\$130.00	\$300.00	\$4,730.00
6	DESINSTALACION Y RETIRO DE AIRE PRECISION EXISTENTE	\$460.00	\$400.00	\$46.00	\$40.00	\$946.00
Total		\$9,885.00	\$11,042.84	\$988.50	\$1,104.28	\$23,020.62

La tabla resumen no refleja el costo de los equipos instalados en el proyecto.

En las tabla 13, 14 y 15 se refleja a detalle los materiales utilizados en el proyecto.

Tabla 12 - Lista de materiales de Instalación de 2 sistemas UPS.

LINEA	ARTICULO	U/M	CANT	PRC.UNIT	TOTAL
1	CABLE P/SOLDAR 2 PAWC UL 200AMP 90°C 600V PORTA EL	MTS	320	C\$ 133.31	C\$ 42,659.20
2	CABLE P/SOLDAR 4 PAWC UL 100AMP 90°C 600V PORTA EL	MTS	40	C\$ 90	C\$ 3,600.00
3	TUBO EMT UL CONDUIT 1-1/2X10 APC RYMCO/TUGAL MEX.	UND	21	C\$ 298.86	C\$ 6,276.06
4	CONECTOR EMT 1-1/2" COMPRESION MET.	UND	10	C\$ 35.16	C\$ 351.60
5	COOPLING EMT 1-1/2" COMPRESION MET.	UND	41	C\$ 39.56	C\$ 1,621.96
6	CODO EMT 1-1/2"X90 CONDUIT MET.	UND	10	C\$ 68.27	C\$ 682.70
7	CODO CONDULET 1-1/2" LB C/TAPA/EMP.	UND	4	C\$ 171.41	C\$ 685.64
8	TUBO FLEX.LT FORRADO 1 1/2"	PIE	40	C\$ 50.40	C\$ 2,016.00
9	CONECTOR RECTO 1-1/2" PARA TUBO FLEX.FORRA.	UND	6	C\$ 69.15	C\$ 414.90
10	CONECTOR CURVO 1 1/2X90 PARA TUBO FLEX.FORRA.	UND	4	C\$ 103.43	C\$ 413.72
11	UNION IMC COND.1-1/2" CON ROSCA MET.	UND	6	C\$ 33.99	C\$ 203.94
12	RIEL STRUT 13/16"x1-5/8" 10FT 14AWG ARTMARK	UND	2	C\$ 410.20	C\$ 820.40
13	ABRAZADERA STRUT CLAMP 3PLG UNIV	UND	40	C\$ 30.77	C\$ 1,230.80
14	VARILLA ROSCADA 1/2PLGX10FT	UND	20	C\$302.08	C\$ 6,041.60
15	&TUERCA HEXAGONAL 1/2PLG GRADO 2	UND	80	C\$ 3.72	C\$ 297.60
16	&ARANDELA LISA 1/2PLG GRADO 2	UND	80	C\$ 3.24	C\$259.20
17	ARANDELA DE PRESION 1/2 HILLMAN	UND	40	C\$ 2.24	C\$ 89.60
18	ESPICHE PLASTICO EXPANDET NARANJA 3/8X1 HILLMAN	UND	20	C\$ 4.73	C\$ 94.60
19	GOLOSO C-REDONDA- EST. 12 X 1 HILLMAN	UND	20	C\$ 2.24	C\$ 44.80
20	&TARUGO 3/8PLG ANCLAJE/TACO EXPANSION HILTI	UND	20	C\$ 36.46	C\$ 729.20
21	TERMINAL 2AWG 1/4" UN OJO UNA COMPRESION LCT	UND	20	C\$ 23.44	C\$ 468.80
22	TERMINAL P/ ENTALL 2 OJOS 4 X 1/4" SCC-DL	UND	4	C\$ 1.61	C\$ 6.44
23	&TAPE ELECTRICO 3/4X20MTS VINYL NEGRO SUPER 33 3M	UND	1	C\$ 109.68	C\$ 109.68
24	&TAPE ELECTRICO 3/4X20MTS ROJO SCOTCH 35 3M	UND	1	C\$ 109.23	C\$ 109.23
25	&TAPE ELECTRICO 3/4X20MTS AZUL SCOTCH 35 3M	UND	1	C\$ 109.63	C\$ 109.63
26	&TAPE ELECTRICO 3/4X20MTS BLANCO SCOTCH 35 3M	UND	1	C\$ 109.50	C\$ 109.50
27	&TAPE ELECTRICO 3/4X20MTS VERDE SCOTCH 35 3M	UND	1	C\$ 115.74	C\$ 115.74
28	&CINTA AMARRE 24"X9MM NEGRA 3M	UND	100	C\$ 13.19	C\$ 1,319.00

29	ALAMBRE GALVANIZADO 14	LBS	2	C\$19.05	C\$ 38.10
30	TAB.CHP 18ESP.3F 125A CON PREVISTA PARA MAIN FI CH	UND	2	C\$ 5,383.88	C\$ 10,767.76
31	MAIN BREAK 3X125FI 480V CH	UND	2	C\$ 5,845.35	C\$ 11,690.70
Sub-Total :					C\$ 93,378.10
Impuesto :					C\$ 14,006.72
Total :					C\$107,384.82
Equiv. en US\$					\$ 3,579.49
F. de Cambio					30.00

Lista de materiales para Instalación Aires acondicionados de precisión.

Tabla 13 - Lista de materiales instalación eléctrica de un aire de precisión.

LINEA	ARTICULO	U/M	CANT.	PRC.UNIT	TOTAL
1	ALAMB. CAB. THHN 4 UL NEGRO 95AMP. 600V 90°C	MTS	15	C\$ 47.10	C\$ 706.50
2	ALAMB. CAB. THHN 4 UL ROJO 95AMP. 600V 90°C	MTS	15	C\$ 47.10	C\$ 706.50
3	ALAMB. CAB. THHN 4 UL AZUL 95AMP. 600V 90°C	MTS	15	C\$ 63.00	C\$ 945.00
4	ALAMB. CAB. THHN 6 UL VERDE 75 AMP. 600V 90°C	MTS	15	C\$ 60.90	C\$ 913.50
5	ALAMB. CAB. THHN 12 COLOR NEGRO CARRETE	MTS	40	C\$ 7.80	C\$ 312.00
6	ALAMB. CAB. THHN 12 COLOR ROJO CARRETE	MTS	40	C\$ 7.80	C\$ 312.00
7	ALAMB. CAB. THHN 12 COLOR AZUL CARRETE	MTS	40	C\$ 7.80	C\$ 312.00
8	ALAMB. CAB. THHN 12 COLOR VERDE CARRETE	MTS	40	C\$ 7.80	C\$ 312.00
9	ALAMB. CAB. THHN 14 COLOR NEGRO CARRETE	MTS	80	C\$ 6.30	C\$ 504.00
10	TUBO EMT CONDUIT 1-1/4" X 10 FT UL USA ALLIED	UND	5	C\$ 255.60	C\$ 1,278.00
11	TUBO EMT CONDUIT 1/2" X 10 FT UL USA ALLIED	UND	10	C\$ 60.00	C\$ 600.00
12	ABRASADERA EMT 1-1/4" C/PERNOS MET. HW.	UND	15	C\$ 9.00	C\$ 135.00
13	ABRASADERA EMT 1/2" C/PERNOS MET. HW.	UND	15	C\$ 4.20	C\$ 63.00
14	CINTA DE AMARRE 11" X 4MM NEGRO 3 M	UND	100	C\$ 2.40	C\$ 240.00
15	ABRAZADERA STRUT CLAMP 1/2" UNIV.	UND	30	C\$ 9.00	C\$ 270.00
16	ABRAZADERA STRUT CLAMP 1 1/4" UNIV.	UND	10	C\$ 15.90	C\$ 159.00
17	TUBO FLEX. L/T FORRADO DE 1-1/4"	PIE	10	C\$ 39.30	C\$ 393.00
18	TUBO FLEX. L/T FORRADO DE 1/2"	PIE	10	C\$ 12.00	C\$ 120.00
19	UNIONES IMC COND. 1-1/4" CON ROSCA MET.	UND	4	C\$ 33.30	C\$ 133.20
20	UNIONES IMC COND. 1/2" CON ROSCA MET.	UND	4	C\$ 9.00	C\$ 36.00
21	COOPLING EMT 1-1/4" COMPRESION MET.	UND	12	C\$ 38.40	C\$ 460.80
22	COOPLING EMT 1/2" COMPRESION MET.	UND	30	C\$ 9.60	C\$ 288.00
23	CONECTORES EMT 1-1/4" COMPRESION MET.	UND	6	C\$ 33.00	C\$ 198.00
24	CONECTORES EMT 1/2" COMPRESION MET.	UND	6	C\$ 8.70	C\$ 52.20

25	CONECTOR RECTO 1-1/4" PARA TUBO FLEX.	UND	4	C\$	75.60	C\$	302.40
26	CONECTOR RECTO 1/2" PARA TUBO FLEX.	UND	4	C\$	15.00	C\$	60.00
27	CODO EMT 1 1/4" X 90 CONDUIT MET.	UND	3	C\$	58.50	C\$	175.50
28	CODO EMT 1/2" X 90 CONDUIT MET.	UND	5	C\$	12.00	C\$	60.00
29	VARILLA ROSCADA 1/4" X 10 FT	UND	4	C\$	89.70	C\$	358.80
30	TUERCA HEXAGONAL 1/4" GRADO 2	UND	100	C\$	6.60	C\$	660.00
31	ARANDELA DE PRESION 1/4" HILLMAN	UND	100	C\$	2.70	C\$	270.00
32	ARANDELA LISA 1/4" GRADO 2	UND	200	C\$	0.30	C\$	60.00
33	PERNOS EXPANSIVO SLEEVE 1/4" X 1-1/2	UND	24	C\$	9.60	C\$	230.40
34	BREAKER CH 20 A, 3P, 240 ENCHUFABLE	UND	1	C\$	2,025.00	C\$	2,025.00
35	BREAKER CH 80 A, 3P, 240 ENCHUFABLE	UND	1	C\$	2,767.50	C\$	2,767.50
Sub-Total C\$:						C\$	16,419.30
Impuesto C\$:						C\$	2,462.90
Total C\$:						C\$	18,882.20
Equiv. en US\$						\$	629.41
F. de cambio							30.00

Tabla 14 - Lista de materiales instalación mecánica de un aire de precisión.

LINEA	ARTICULO	U/M	CANT.	PRC.UNIT	TOTAL
1	LANCE DE TUBERIA COBRE RIGIDA DE 5/8" X 6 M NITROGENADA	UND	6	C\$ 1,050.00	C\$ 6,300.00
2	LANCE DE TUBERIA COBRE RIGIDA DE 3/4" X 6 M NITROGENADA	UND	6	C\$ 1,440.00	C\$ 8,640.00
3	LANCE DE TUBO DE COBRE 1/2"	UND	2	C\$ 750.00	C\$ 1,500.00
4	CAMISAS DE COBRE DE 5/8"	UND	8	C\$ 6.00	C\$ 48.00
5	CAMISAS DE COBRE DE 3/4"	UND	8	C\$ 9.00	C\$ 72.00
6	CODOS DE COBRE DE 5/8" A 90°	UND	10	C\$ 14.10	C\$ 141.00
7	CODOS DE COBRE DE 3/4" A 90°	UND	10	C\$ 17.10	C\$ 171.00
8	VARILLAS ACERO PLATA AL 5 %	UND	20	C\$ 39.00	C\$ 780.00
9	VARILLAS ACERO PLATA AL 15 %	UND	4	C\$ 78.00	C\$ 312.00
10	REFRIGERANTE 410 A (TANQUE 25 LBS)	UND	1	C\$ 3,150.00	C\$ 3,150.00
11	REDUCTOR DE COBRE DE 7/8" A 3/4"	UND	1	C\$ 21.00	C\$ 21.00
12	REDUCTOR DE COBRE DE 3/4" A 5/8"	UND	1	C\$ 12.00	C\$ 12.00
13	REDUCTOR DE COBRE DE 5/8" A 1/2"	UND	1	C\$ 9.00	C\$ 9.00
14	FITTING 1/4" CON SACA CENTRO	UND	4	C\$ 15.00	C\$ 60.00
15	TRAMPA DE COBRE 3/4"	UND	1	C\$ 129.00	C\$ 129.00
16	VALVULA DE COBRE TIPO BOLA REFRIGERACION 5/8"	UND	1	C\$ 900.00	C\$ 900.00
17	VALVULA DE COBRE TIPO BOLA REFRIGERACION 3/4"	UND	1	C\$ 1,200.00	C\$ 1,200.00

18	CILINDRO DE NITROGENO	UND	3	C\$ 1,050.00	C\$ 3,150.00
19	OXIGENO PEQUEÑO PORTATIL	UND	2	C\$ 300.00	C\$ 600.00
20	ACETILENO PEQUEÑO PORTATIL	UND	2	C\$ 300.00	C\$ 600.00
25	TEFLON 1"	UND	1	C\$ 15.00	C\$ 15.00
26	VARILLA ROSCADA 3/8" X 10FT	UND	24	C\$ 141.60	C\$ 3,398.40
27	TUERCA 3/8"	UND	100	C\$ 2.40	C\$ 240.00
28	ARANDELA LISA 3/8"	UND	100	C\$ 2.40	C\$ 240.00
29	ARANDELA DE PRESION 3/8"	UND	100	C\$ 2.40	C\$ 240.00
30	ABRAZADERA STRUT CLAMP 3/4" UNIVERSAL RIGID	UND	35	C\$ 12.00	C\$ 420.00
31	ABRAZADERA STRUT CLAMP 1/2" UNIVERSAL RIGID	UND	35	C\$ 9.00	C\$ 315.00
32	TARUGOS 3/8"	UND	70	C\$ 33.00	C\$ 2,310.00
33	RIEL STRUT 11/16"	UNID	4	C\$ 450.00	C\$ 1,800.00
35	SOLDADURA LINCOLN 6013 - 1/8	LIBRA	3	C\$ 63.00	C\$ 189.00
36	MALLA EXPANDIDA 1/2" CALIBRE 16 4'X 8'	UND	2	C\$ 600.00	C\$ 1,200.00
37	ANGULAR 1" X 1/8" X 6 MTS	UND	4	C\$ 267.00	C\$ 1,068.00
38	PINTURA ANTICORROSIVA COLOR GRIS	CUARTO	1	C\$ 165.00	C\$ 165.00
39	THINNER	GALON	1	C\$ 243.00	C\$ 243.00
40	BROCHA 2 "	UND	1	C\$ 24.00	C\$ 24.00
41	TUBO PVC HIDROSANITARIO DE 1/2"	UND	1	C\$ 58.20	C\$ 58.20
42	CAMISA PVC HIDROSANITARIO DE 1/2"	UND	2	C\$ 2.70	C\$ 5.40
43	CODOS PVC ½" HIDROSANITARIO	UND	4	C\$ 3.90	C\$ 15.60
44	TUBO CONDUIT PVC DE 3/4"	UND	1	C\$ 25.50	C\$ 25.50
45	TUBO CONDUIT PVC DE 1/2 "	UND	1	C\$ 13.80	C\$ 13.80
46	VALVULA DE BOLA 1/2" 400 PSI	UND	1	C\$ 150.00	C\$ 150.00
47	GOLOSOS DE TECHO PUNTA DE BROCA DE 3/8" X 1 1/2"	UND	20	C\$ 15.00	C\$ 300.00
48	MATERIAL FERRETERO	UND	1	C\$ 3,000.00	C\$ 3,000.00
50	DISCO METAL 14" X 3/32 DEWALT	UND	2	C\$ 130.80	C\$ 261.60
51	ALAMBRE AWG THHN # 14 COLOR NEGRO	MTS	80	C\$ 7.50	C\$ 600.00
52	CABLE STP CST 5E INT GRID CMR.NEWLINK	MTS	40	C\$ 25.80	C\$ 1,032.00
53	PROTECTOR DE FASE TRIFASICO	UND	1	C\$ 2,700.00	C\$ 2,700.00
54	TUBO EMT CONDUIT 1/2" X 10 FT UL USA ALLIED	UND	12	C\$ 85.50	C\$ 1,026.00
55	TUBO FLEX. L/T FORRADO DE 3/4"	PIE	10	C\$ 16.20	C\$ 162.00
56	UNIONES IMC COND. 1/2" CON ROSCA MET.	UND	4	C\$ 11.40	C\$ 45.60
57	COOPLING EMT 1/2" COMPRESION MET.	UND	20	C\$ 13.50	C\$ 270.00

58	CONECTORES EMT 1/2" COMPRESION MET.	UND	6	C\$ 14.40	C\$ 86.40
59	CONECTOR RECTO 1/2" PARA TUBO FLEX.	UND	4	C\$ 21.90	C\$ 87.60
60	CONECTOR CURVO 1/2" PARA TUBO FLEX.	UND	2	C\$ 28.80	C\$ 57.60
61	ABRASADERA STRUT CLAMP 1/2" UNIV.	UND	35	C\$ 12.00	C\$ 420.00
62	CINTA DE AMARRE 4" 18 LBS 100 PZA NEGRA GB	UND	1	C\$ 44.70	C\$ 44.70
63	CABLEADO DE COMUNICACIÓN TEAMWORK	UND	1	C\$ 1,500.00	C\$ 1,500.00
Sub-Total C\$:					C\$ 51,524.40
Impuesto C\$:					C\$ 7,728.66
Total C\$:					C\$ 59,253.06
Equiv. en US\$					\$ 1,975.10
F. de Cambio					30.00

6. Conclusiones

En el desarrollo de esta práctica profesional se logró seguir paso a paso todas las actividades involucradas en la implementación y ejecución del proyecto, así como cumplimiento de todos los objetivos planteados.

Las actividades involucradas en el proyecto son:

- ✓ Visita de campo para levantamiento.
- ✓ Elaboración de alcances.
- ✓ Elaboración de Presupuesto.
- ✓ Elaboración de cronograma de trabajo.
- ✓ Solicitud de premisos para ingreso de personal, materiales y equipos al sitio de instalación.
- ✓ Supervisión de trabajos de acuerdo al cronograma establecido.
- ✓ Coordinación de reuniones para revisar avances del proyecto.
- ✓ Traslado de equipos a sitio de instalación.
- ✓ Configuración y puesta en marcha.
- ✓ Traslado de carga a los nuevos sistemas instalados.

Se logró instalar los dos sistemas de potencia ininterrumpidos con éxito, ahora el centro de datos cuenta con sistemas de mayor capacidad pasando de 2 UPS monofásicas de 20 KVA / 14 KW a UPS trifásicas 30 KVA / 30 KW. Estos UPS son modulares y redundantes proveyendo al centro de datos de 2 buses de alimentación, los servidores doble fuente tienen respaldado una fuente de la UPS #1 y la otra fuente de la UPS # 2.

El centro de datos cuenta con 2 filas de gabinetes y rack de comunicaciones, se realizó la instalación de una unidad de aire de precisión en cada fila, logrando así una climatización más eficiente y homogénea. Ambas unidades operan simultáneamente en modo de trabajo en equipo, modulando capacidad de acuerdo a la carga, para mantener la temperatura y humedad del centro de datos en los parámetros configurados. También estas unidades operan de forma redundantes, en el momento que una de las unidades no opera por mantenimiento o alguna falla, la unidad que quede operativa asumirá el 100 % de la carga.

Se optimizó la climatización del centro de datos, confinando o aislando el pasillo caliente para que de esta manera las unidades de precisión extraigan el calor de la sala de forma directa, el centro de datos cuenta con 2 pasillos fríos y un pasillo caliente común.

Se realizó el traspaso de cargas de las UPS existentes a las nuevas UPS, toda esta actividad se hizo en coordinación con el cliente, una vez autorizado esta actividad se procedió a la migración de una de las fuentes de los servidores, una vez conectadas al nuevo UPS, se realizó el traspaso de la segunda fuente, de esta manera se evitó apagar los servidores. Para el caso de las cargas de una sola fuente, estas se apagaron y reactivaron en el tiempo establecido. Todas las actividades de migración de cargas se realizaron en horario extraordinario, logrando trasladar la carga del centro de datos a los UPS con éxito.